

# Deckblatt



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64330000				GC	PF	0009	00	Stand: 08.05.2018

Titel der Unterlage:  
**GEOTECHNISCHES, GEOPHYSIKALISCHES MONITORING UND BAUSTOFFUNTERSUCHUNGEN - JAHRESBERICHT 2017 DER STANDORTÜBERWACHUNG ASSE**

Ersteller:  
**BGE-ASSE**

UnidRiO:  
**B2836935 00U**

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche Person:

atomrechtlich verantwortliche Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

\_\_\_\_\_ Datum und Unterschrift

\_\_\_\_\_ Datum und Unterschrift

\_\_\_\_\_ Datum und Unterschrift

\_\_\_\_\_ Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.

# Revisionsblatt



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64330000				GC	PF	0009	00	Stand: 08.05.2018

Titel der Unterlage:

GEOTECHNISCHES, GEOPHYSIKALISCHES MONITORING UND BAUSTOFFUNTERSUCHUNGEN -  
JAHRESBERICHT 2017 DER STANDORTÜBERWACHUNG ASSE

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



PT033438

Stand: 08.05.2018

Blatt: 1

**DECKBLATT**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

Kurztitel der Unterlage:

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Ersteller / Unterschrift:

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

**Geotechnisches, geophysikalisches, geochemisches Monitoring und  
Baustoffuntersuchungen -**

**Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse**

Freigabevermerk:

## Freigabedurchlauf

Fachbereich:  
Betrieb

Datum: 14.05.2018

Name:

Stabsstelle Qualitätsmanagement:

Datum: 28. MAI 2018

Name:

Endfreigabe:  
Leiter Schachtanlage Asse II

Datum: 28. Mai 2018

Name:

Unterschrift

Unterschrift


Unterschrift

<b>REVISIONSBLATT</b>	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

Kurztitel der Unterlage:  
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	08.05.2018	T-BS		–	Neuerstellung


\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung.  
Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 3

## Inhaltsverzeichnis

Blatt

Deckblatt	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	12
2 Geotechnisches Kontroll- und Überwachungsprogramm	14
2.1 Gebirgsspannungsmessungen	14
2.1.1 Messziele	14
2.1.2 Messsysteme	14
2.1.3 Durchführung der Messungen	15
2.1.4 Darstellung der Messergebnisse	15
2.1.4.1 Südflanke	15
2.1.4.2 Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke	22
2.2 Messungen zum Verformungszustand und Deformationsverhalten	22
2.2.1 Nivellements über Tage	22
2.2.2 Nivellements unter Tage	23
2.2.3 Lagemessungen unter Tage	24
2.2.4 Schachtlotungen und Teufenmessungen	25
2.2.5 Querschlägige Extensometermessungen im Baufeld an der Südflanke	26
2.2.6 Inklinometermessungen und Inspektion der Inklinometerbohrungen	29
2.2.7 Konvergenzmessungen	30
2.3 Versatzdruckmessungen	35
2.3.1 Messziel	35
2.3.2 Messsysteme	35
2.3.3 Durchführung der Messungen	35
2.3.4 Darstellung der Messergebnisse	35
2.4 Mikroseismische Überwachung	37
2.4.1 Messziele	37
2.4.2 Messsystem	38
2.4.3 Durchführung der Messungen	39
2.4.4 Darstellung der Messergebnisse	41
2.4.4.1 Übersicht über die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung	41
2.4.4.2 Mikroseismizität am oberen Baufeldrand	43
2.4.4.3 Mikroseismizität im Bereich der Abbaureihe 1 und des Blindschachts 1	45
2.4.4.4 Mikroseismizität bei den ELK im Westflügel der 750-m-Sohle, insbesondere im Bereich der ELK 4/750 und am Blindschacht 2 (700- bis 750-m-Sohle)	46
2.4.4.5 Mikroseismizität bei den ELK im Ostflügel, insbesondere im Bereich der ELK 6/750	47
2.4.4.6 Mikroseismizität unterhalb der 679-m-Sohle nördlich des Baufelds an der Südflanke, insbesondere im Bereich des Sattelkerns	48
2.4.4.7 Mikroseismizität südlich bis südöstlich-unterhalb des Grubengebäudes und im Deckgebirge unterhalb des 574-m-Niveaus	52
2.4.4.8 Mikroseismizität im zentralen Bereich des Grubengebäudes (Baufeld an der Südflanke und Umgebung, mittlere Sohlen ohne Baufeldränder)	53
2.4.4.9 Besondere mikroseismische Überwachung der Firstspaltverfüllung	53
2.4.4.10 Fazit	54

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	


Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 4


2.5	Mikroakustische Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490	55
2.5.1	Motivation und Ziele der mikroakustischen Überwachung	55
2.5.2	Beschreibung des Messverfahrens	55
2.5.3	Sensitivität und Genauigkeit	55
2.5.4	Ergebnisse der mikroakustischen Überwachung	56
2.5.4.1	Mikroakustisches Monitoring im Bereich des Abbaus 3/490	56
2.5.4.2	Mikroakustisches Monitoring im Bereich des Abbaus 4/490	58
2.5.5	Fazit	60
3	Überwachung des Baufeldes an der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle	61
3.1	Messergebnisse	62
3.1.1	Extensometer	62
3.1.2	Temperaturmessungen — messtechnisch erfasste Einwirkungen auf die Pfeiler und Schweben sowie die Versatzkörper	62
3.1.3	Salzlösungsmonitoring	63
3.1.4	Weitere Messverfahren	64
3.2	Monitoringbereiche	64
3.3	Zusammenfassende Bewertung	64
4	Lokale Monitoringprogramme zur Überwachung sensibler Infrastrukturbereiche	66
4.1	Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)	66
4.2	Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle	97
4.3	Westflügel der 553- und 574-m-Sohle	103
4.4	Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke	113
4.5	Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle	123
4.6	Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle (Gleitbogenausbau)	137
4.7	Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle	149
4.8	Nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle	159
5	Salzlösungsmonitoring	168
5.1	Überwachung des Salzlösungszutritts	168
5.2	Aufgefangene Salzlösungsmengen in der Südflanke	169
5.3	Lösungen in der Nordflanke	173
5.4	Zusammenfassung	173
6	Bau- und Versatzstoffe	175
6.1	Qualitätssicherung der Bau- und Versatzstoffe	176
6.1.1	Magnesiumchloridlösung (Anmachflüssigkeit für Sorelbeton)	176
6.1.2	Magnesiumoxid (MgO; Basismaterial für die Sorelbetonherstellung)	176
6.1.3	Steinsalz (Fremdsalz)	177
6.1.4	Eigensalz und Mischsalz zur Verwendung bei der Sorelbetonherstellung	178
6.1.5	Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung	179
6.2	Sorelbetonproduktion	180
6.2.1	Qualitätssicherung der Zusammensetzung des Sorelbetons	180
6.2.2	Qualitätssicherung der Frischbetonsuspension und der Einzelkomponenten	181
6.3	Sonstige Baustoffuntersuchungen	182
7	Gesamtbewertung	183
8	Literaturverzeichnis	189

### Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1:	Allgemeine Darstellungen	199
Anhang 1.1:	Lage der geotechnischen Messstellen	199


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 5

Anhang 1.2:	Zeitfolge der Versatzeinbringung und Firstspaltverfüllung . . . . .	200
Anhang 1.3:	Status und Bilanzierung der Versatzanteile aus der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 1 bis 9 einschließlich der Verfüllung weiterer Resthohlräume im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle, Stand: 31.03.2018 . . . . .	201
Anhang 2:	Gebirgsspannungsmessungen . . . . .	203
Anhang 2.1:	Westflügel . . . . .	203
Anhang 2.2:	Bereich des Hauptpfeilers 4/5 . . . . .	216
Anhang 2.3:	Ostflügel . . . . .	223
Anhang 2.4:	Östlicher Baufeldrand . . . . .	241
Anhang 2.5:	Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke . . . . .	243
Anhang 3:	Verformungsmessungen . . . . .	245
Anhang 3.1:	Nivellements über Tage . . . . .	245
Anhang 3.2:	Extensometermessungen . . . . .	247
Anhang 3.3:	Visuelle Beobachtungen in den Inklinometerbohrungen . . . . .	265
Anhang 4:	Versatzdruckmessungen . . . . .	266
Anhang 4.1:	Prinzipskizze – Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers . . . . .	266
Anhang 4.2:	Übersicht des Verfüllfortschrittes (Stand: 01/18) und der mittleren Versatzdruckmesswerte (Stand: 12/17) . . . . .	267
Anhang 4.3:	Messwertdarstellung Abbau 7/595 (MQ2) . . . . .	268
Anhang 4.4:	Messwertdarstellung Abbau 9/616 (MQ1) . . . . .	269
Anhang 5:	Mikroseismische Überwachung . . . . .	270
Anhang 5.1:	Positionen der Mikroseismiksonden . . . . .	270
Anhang 5.2:	Betriebsbereitschaft des Mikroseismiknetzes und der Erfassung . . . . .	272
Anhang 5.3:	Monatliche Detektionen potentieller Ereignisse von 07/2007 bis 12/2017 . . . . .	273
Anhang 5.4:	Anteil der Zeit ohne bzw. mit nur geringen bergmännischen Aktivitäten . . . . .	274
Anhang 5.5:	Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017 (Schnitte 1 und 2, sowie Draufsicht) — Konsistenz der Lokalisierungsergebnisse . . . . .	275
Anhang 5.6:	Ausgewählte, manuell ausgewertete mikroseismische Ereignisse von 10/2016 bis 09/2017 (Schnitt 1, Draufsicht und Schnitt 2) . . . . .	278
Anhang 5.7:	Ausgewählte, manuell ausgewertete mikroseismische Ereignisse von 10/2016 bis 10/2017 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28 . . . . .	281
Anhang 5.8:	Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017 (Schnitt 1 und Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude) . . . . .	287
Anhang 5.9:	Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität im gesamten überwachten Bereich (Automatik) . . . . .	290
Anhang 5.10:	Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität ohne die Cluster bei ELK 4/750 und ELK 6/750 (Automatik) . . . . .	292
Anhang 5.11:	Mikroseismische Ereignisse aufgeteilt nach Deckgebirge, den Abbauen an der Südflanke und übrigen Ereignissen (Schnitt 1) . . . . .	294
Anhang 5.12:	Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 10/2017 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28 . . . . .	297
Anhang 5.13:	Tiefenverteilung der mikroseismischen Ereignisse (Automatik, Betriebsruhe) . . . . .	303
Anhang 5.14:	Mikroseismische Ereignisse in Betriebsruhephasen von Oktober 2015 bis September 2017 projiziert auf die Sohlenrisse . . . . .	305
Anhang 5.15:	Cluster bei ELK 4/750 . . . . .	330
Anhang 5.16:	Cluster bei ELK 6/750 . . . . .	334


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 6

Anhang 5.17:	Mikroseismizität bei Abbau 3/490, beim Blindschacht 2a und am zentralen oberen Baufeldrand . . . . .	337
Anhang 5.18:	Mikroseismizität am westlichen Baufeldrand (Abbaureihe 1, Blindschacht 1 und Umgebung) . . . . .	339
Anhang 5.19:	Mikroseismizität im zentralen und östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) . . . . .	341
Anhang 5.20:	Mikroseismizität bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2) . . . .	348
Anhang 6:	Mikroakustische Messungen in den Abbauen 3/490 und 4/490 . . . . .	350
Anhang 6.1:	Mikroakustiknetzwerke zur Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490 . . . . .	350
Anhang 6.2:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 3/490 . . . . .	351
Anhang 6.3:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 4/490 . . . . .	355
Anhang 6.4:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und der Umgebung des Abbaus 4/490 . . . . .	357
Anhang 6.5:	Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 3/490 . . . . .	359
Anhang 6.6:	Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 4/490 . . . . .	361
Anhang 7:	Messtechnische Überwachung der Firstspaltverfüllung . . . . .	363
Anhang 8:	Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)	366
Anhang 8.1:	Übersicht – Monitoring auf der 490-m-Sohle Teil 1 . . . . .	366
Anhang 8.2:	Übersicht – Monitoring auf der 490-m-Sohle Teil 2 (Firstkontrollbohrungen) . .	367
Anhang 8.3:	Übersicht – Monitoring auf der 511-m-Sohle . . . . .	368
Anhang 8.4:	Geplante Stabilisierungsmaßnahmen LSB 1 im Abbau 3/490 (RH-490-3) . . . .	369
Anhang 8.5:	Konvergenzmessungen im Abbau 3/490 . . . . .	370
Anhang 8.6:	Lage der 16 Firstüberwachungspunkte im Abbau 3/490 . . . . .	371
Anhang 8.7:	Ergebnisse der Messstelle 013 F . . . . .	372
Anhang 8.8:	Ergebnisse der Messstelle 014 F . . . . .	373
Anhang 8.9:	Ergebnisse der Messstelle 015 F . . . . .	374
Anhang 8.10:	Ergebnisse der Messstelle 033 F (004 F) . . . . .	375
Anhang 8.11:	Ergebnisse der Messstelle 035 F (016 F) . . . . .	376
Anhang 8.12:	Geplante Stabilisierungsmaßnahmen im Abbau 4/490 . . . . .	377
Anhang 8.13:	Konvergenzmessungen im Abbau 4/490 . . . . .	378
Anhang 8.14:	Firstextensometer 490002 im Abbau 4/490 . . . . .	379
Anhang 8.15:	Konvergenzmessungen im Abbau 8/490 . . . . .	380
Anhang 8.16:	Geplante Firstextensometer in der Kfz-Werkstatt/490 . . . . .	381
Anhang 8.17:	Konvergenzmessungen in der E-Werkstatt/490 . . . . .	382
Anhang 8.18:	Ergebnisse der Messstelle 012 F . . . . .	383
Anhang 8.19:	Ergebnisse der Messstelle 020 F . . . . .	384
Anhang 8.20:	Rissdokumentation 2017 . . . . .	385
Anhang 8.21:	Rissdokumentation 2018 . . . . .	386
Anhang 8.22:	Konvergenzmessungen im Bereich des Hauptgrubenlüfters/490 . . . . .	387
Anhang 8.23:	Konvergenzmessungen im Abbau 2/511 . . . . .	388
Anhang 8.24:	Lage der Risse und der Sohlkontrollbohrungen im Bereich des Pfeiler 2/3 auf der 511-m-Sohle . . . . .	389
Anhang 9:	Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle . . . . .	390
Anhang 9.1:	Draufsicht der 511- und 532-m-Sohle mit Übersicht der Befunde . . . . .	390



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 7

Anhang 9.2:	Lageplan der geotechnischen Messstellen auf der 532-m-Sohle, Stand März 2018 . . . . .	391
Anhang 9.3:	Ergebnisse der Temperaturmessungen . . . . .	392
Anhang 9.4:	Ergebnisse der Konvergenzmessungen . . . . .	394
Anhang 9.5:	Ergebnisse der Überwachung der Mauer im Nebenabbau 7b/532 . . . . .	396
Anhang 10:	Westflügel der 553- und 574-m-Sohle . . . . .	397
Anhang 10.1:	Draufsicht der 553- und 574-m-Sohle . . . . .	397
Anhang 10.2:	Grundrissausschnitt der 553-m-Sohle im Bereich der Abbaue 2/553 bis 6/553 mit Lage der Katasterlokalitäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischer Messstellen . . . . .	398
Anhang 10.3:	Grundrissausschnitt der 574-m-Sohle im Bereich des Abbaus 3/574 mit Lage der Katasterlokalitäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischer Messstellen . . . . .	399
Anhang 10.4:	Ergebnisse der Rissbeobachtungen . . . . .	400
Anhang 10.5:	Ergebnisse der Messstelle 051F . . . . .	402
Anhang 10.6:	Ergebnisse der Messstelle 052F . . . . .	403
Anhang 10.7:	Ergebnisse der Messstelle 027F . . . . .	404
Anhang 10.8:	Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen . . . . .	405
Anhang 11:	Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle . . . . .	406
Anhang 11.1:	Wendelstreckenverlauf mit Bewertung von Gebrauchstauglichkeit und Sanierungsbedarf . . . . .	406
Anhang 11.2:	Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen FKBrG. 725-19, 750-50, 750-53, 750-54 und 775-11 . . . . .	407
Anhang 11.3:	Ausgewählte Abbildungen der Stoßkontrollbohrungen StKBrG. 750-63, 750-64, 750-65 und 750-66 . . . . .	408
Anhang 11.4:	Ergebnisse der Fissurometermessungen (exemplarisch) . . . . .	409
Anhang 11.5:	Konvergenzmessungen . . . . .	412
Anhang 12:	Richtstrecken nach Osten im Sohlen-/Firstniveau der 700-m-Sohle . . . . .	415
Anhang 12.1:	Räumliche Anordnung der Grubenräume im Monitoringbereich . . . . .	415
Anhang 12.2:	Lage der Monitoring-Teilbereiche . . . . .	416
Anhang 12.3:	Lage der Kontrollbohrungen und geotechnischen Messstellen . . . . .	417
Anhang 12.4:	Rissausschnitt der 700-m-Sohle mit empfohlenen Stabilisierungsmaßnahmen . . . . .	418
Anhang 12.5:	Ergebnisse der Konvergenzmessungen . . . . .	419
Anhang 12.6:	Fissurometermessungen . . . . .	422
Anhang 13:	Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle . . . . .	424
Anhang 13.1:	Lage der Beobachtungs- und Messpunkte . . . . .	424
Anhang 13.2:	Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen . . . . .	425
Anhang 13.3:	Ergebnisse der Rissbeobachtungen und Konvergenzmessungen . . . . .	426
Anhang 13.4:	Fissurometermessungen . . . . .	427
Anhang 14:	Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle . . . . .	431
Anhang 14.1:	Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle mit Lage der Messbohrungen und Messsysteme . . . . .	431
Anhang 14.2:	Ergebnisse der Fissurometermessungen . . . . .	432
Anhang 14.3:	Konvergenzmessungen . . . . .	433
Anhang 14.4:	Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen . . . . .	434

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 8

Anhang 14.5:	Zeitreihen der Firstextensometer- und Temperaturmessungen . . . . .	436
Anhang 14.6:	Firstnivellement . . . . .	438
Anhang 14.7:	Empfohlene sowie bereits umgesetzte Stabilisierungsmaßnahmen . . . . .	439
Anhang 15:	Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle (Gleitbogenausbau) . . . . .	440
Anhang 15.1:	Grundrissausschnitt der 725-m-Sohle mit Lage der betrachteten Streckenabschnitte . . . . .	440
Anhang 15.2:	Geologischer Grundrissausschnitt der 725-m-Sohle mit Lage der geotechnischen Instrumentierung . . . . .	441
Anhang 15.3:	Ergebnisse der Fissurometermessungen . . . . .	442
Anhang 15.4:	Konvergenzmessungen . . . . .	444
Anhang 16:	Tabellarische Übersichten der Spannungswerte und Richtungen . . . . .	445
Anhang 16.1:	Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2016 . . . . .	445
Anhang 16.2:	Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2017 . . . . .	446
Anhang 16.3:	Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2016 . . . . .	447
Anhang 16.4:	Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2017 . . . . .	448
Anhang 16.5:	Tabellarische Übersicht der maximalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2017 . . . . .	449
Anhang 16.6:	Tabellarische Übersicht der minimalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2017 . . . . .	450

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	SMS – Instrumentierungen . . . . .	14
Tabelle 2.2:	Zeitliche Entwicklung der Maxima der Pfeilerstauchungsraten . . . . .	28
Tabelle 2.3:	Abgeleitete Bandbreiten der Konvergenzraten für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2016 und 01.11.2017 . . . . .	33
Tabelle 2.4:	Abgeleitete Bandbreiten der Verformungsrate für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2016 und 01.11.2017 . . . . .	34
Tabelle 2.5:	Versatzdruckverteilung im Berichtszeitraum . . . . .	36
Tabelle 4.1:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 3/490 . . . . .	72
Tabelle 4.2:	Vertikale Konvergenzraten im Abbau 3/490 . . . . .	74
Tabelle 4.3:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 4/490 . . . . .	76
Tabelle 4.4:	Berechnete mittlere Verformungsrate ( $\frac{mm}{m}/a$ ) für die Abschnitte 0-3 m, 3-6 m und 6-9 m aus den Firstextensometerdaten im Abbau 4/490 . . . . .	77
Tabelle 4.5:	Ergebnisse der Firstüberwachung im Abbau 4/490 bezogen auf den Polygonpunkt PP 490072 bzw. PP 490082 . . . . .	78
Tabelle 4.6:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 8/490 . . . . .	81
Tabelle 4.7:	Horizontale Konvergenzraten in der E-Werkstatt/490 . . . . .	83
Tabelle 4.8:	Horizontale Konvergenzraten im Bereich des HGL . . . . .	89
Tabelle 4.9:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 2/511 . . . . .	94
Tabelle 4.10:	Ergebnisse der Firstüberwachung im Abbau 2/511 bezogen auf den Polygonpunkt PP 511014 . . . . .	95
Tabelle 4.11:	Jährliche Verschiebungsraten von Fissurometer 027F zur Überwachung von Riss 13/574 . . . . .	109


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 9

Tabelle 6.1:	Mittlere Zusammensetzung aus 474 LKW-Anlieferungen Anmachflüssigkeit für die Produktion von Sorelbeton im Jahr 2017 . . . . .	176
Tabelle 6.2:	Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am MgO aus der Anlieferungskontrolle und den Qualitätskontrollen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2017 . . . . .	177
Tabelle 6.3:	Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am gelieferten Steinsalz aus der Anlieferungskontrolle und der baubegleitenden Beprobung unter Tage an der Baustoffanlage 20BA im Jahr 2017 . . . . .	178
Tabelle 6.4:	Zusammenfassung der Mittelwerte der Laborergebnisse von bei der Sorelbetonproduktion verwendeten Salzsorten im Jahr 2017 . . . . .	179
Tabelle 6.5:	Zusammenfassung der Laborergebnisse der untersuchten Vorprodukte für die Sorelbetonproduktion im Jahr 2017 . . . . .	179
Tabelle 6.6:	Übersicht der verbauten Gesamtmassen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2017 . . . . .	181
Tabelle 6.7:	Durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons im Jahr 2017 . . . . .	181
Tabelle 6.8:	Durchschnittliche Ergebnisse der baubegleitenden Untersuchungen an der Frischbetonsuspension, der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung im Jahr 2017 . . . . .	182

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität – Abbau 3/490 . . . . .	58
Abbildung 2.2:	Räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität – Abbau 4/490 . . . . .	59
Abbildung 4.1:	Fotoaufnahme des Abbaus 3/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Südost . . . . .	68
Abbildung 4.2:	FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Nord . . . . .	68
Abbildung 4.3:	FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Süd . . . . .	68
Abbildung 4.4:	Übersicht der Rissbildungen im Abbau 3/490 (Stand: 04/2018) . . . . .	69
Abbildung 4.5:	Rissbildungen im nordwestlichen Bereich von Abbau 3/490, Fotoaufnahmen vom 11.04.2018 . . . . .	70
Abbildung 4.6:	Lage der abgesicherten Ankerplatten im Grundriss (Stand: 12/2017) . . . . .	70
Abbildung 4.7:	Lage der abgesicherten Ankerplatten (Stand: 12/2017) . . . . .	71
Abbildung 4.8:	Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490 . . . . .	73
Abbildung 4.9:	Fotoaufnahme des Abbaus 4/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Süd-West . . . . .	76
Abbildung 4.10:	Fotoaufnahme des südlichen zentralen Bereichs vom Abbau 4/490, Übergang Stoß Firste, konturnahe Schädigungsbildung mit Ankersicherung vom 04.04.2018 . . . . .	79
Abbildung 4.11:	Fotoaufnahme des Abbaus 8/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Süd-Ost . . . . .	80
Abbildung 4.12:	Fotoaufnahme des Abbaus 9/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Süd-Ost . . . . .	81
Abbildung 4.13:	Fotoaufnahme der E-Werkstatt/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Nord-Ost . . . . .	82
Abbildung 4.14:	Fotoaufnahme des Risses im Pfeiler zwischen E-Werkstatt/490 und Abbau 8/490 vom 19.04.2018, Blickrichtung: Süd-West . . . . .	84
Abbildung 4.15:	Fotoaufnahme der Kfz-Werkstatt/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Nord-Ost . . . . .	85
Abbildung 4.16:	Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile der Firstuntersuchungen in der Kfz-Werkstatt/490 . . . . .	86
Abbildung 4.17:	3-D Darstellung der Ergebnisse der Georadaruntersuchungen an der Firste der Kfz-Werkstatt/490 in Kombination mit vorhandenen Firstkontrollbohrungen. Die Reflexionen aus dem Firsthangenden konnten sulfathaltigen Bereichen zugeordnet werden. . . . .	86


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 10

Abbildung 4.18: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 2/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Ost . . . . .	87
Abbildung 4.19: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 4/490 vom 04.04.2018. Blickrichtung: Süd-West . . . . .	88
Abbildung 4.20: Fotoaufnahme in der Beschickungskammer (Abbau 8a/490) vom 06.03.2018 . . . . .	90
Abbildung 4.21: Fotoaufnahmen der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle. Linkes Bild: 1972, Rechtes Bild: 1984 . . . . .	91
Abbildung 4.22: Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile in der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle zur Untersuchung der Schwebelage zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer [54]. . . . .	91
Abbildung 4.23: 3-D Darstellung (2-fach überhöht) des Bereichs zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle [54] . . . . .	92
Abbildung 4.24: Fotoaufnahme des Abbaus 2/511 vom 06.03.2018 . . . . .	94
Abbildung 4.25: Fotoaufnahme der Rissbildungen auf der Sohle in der Zufahrt zur Bohrwerkstatt auf der 511-m-Sohle (Pfeiler 2/3) vom 09.03.2018. Blickrichtung: Südost . . . . .	96
Abbildung 4.26: Umfahrung nördlich der Abbaue 6a/532 und 7a/532, Stand 25.01.2018 . . . .	100
Abbildung 4.27: Nebenabbau 7b/532 Blick auf die Sorelbetonmauer, die den südlichen Teil abtrennt, Stand: 21.02.2018 . . . . .	101
Abbildung 4.28: Nebenabbau 8a/532, Böschung der Verfüllung mit Firstspalt, Blick nach Südwesten, Stand: 25.01.2018 . . . . .	102
Abbildung 4.29: Beginnende Verfüllung von Nebenabbau 9a/532 . . . . .	103
Abbildung 4.30: Rissbeobachtung am Südstoß der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 4 auf der 553-m-Sohle, Stand: 25.01.2018 . . . . .	106
Abbildung 4.31: Riss 1, 2 und 3/574 mit Markierung von Rissenden und verschiedenen Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite, Fissurometer und Gipsmarken sowie den Katasterstellen L574006-1 und -2, Stand: 21.02.2018 . . . . .	108
Abbildung 4.32: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553012 (Pfeiler 3/4, 553-m-Sohle) . . .	109
Abbildung 4.33: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553014 (Pfeiler 4/5, 553-m-Sohle) . . .	110
Abbildung 4.34: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 574005 (Pfeiler 2/3, 574-m-Sohle) . . .	111
Abbildung 4.35: Wendelstreckenabschnitte mit markant entfestigten Stößen ohne Ankerung im Bereich von der 553- bis zur 616-m-Sohle . . . . .	115
Abbildung 4.36: Südstoß der Wendelstrecke vom Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658 . . . . .	116
Abbildung 4.37: Sanierte und entfestigte Stöße im Wendelstreckenabschnitt vom Firstniveau/725-m-Sohle bis zur Wendelkehre Sohlenniveau/725-m-Sohle . . . . .	117
Abbildung 4.38: Sanierungsmaßnahmen im Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle . . . . .	118
Abbildung 4.39: Entfestigungserscheinungen im Wendelstreckenabschnitt von der 1. südl. Richtstrecke nach Westen zur 775-m-Sohle . . . . .	120
Abbildung 4.40: Querschnitt eines sanierten Wendelstreckenabschnitts mit Sorelbeton-Stabilisierungsmauern an den Stößen und einer stabilen Firstwölbung . . . .	122
Abbildung 4.41: Stabilisierungsbauwerke im zentralen Bereich der 700-m-Sohle . . . . .	125
Abbildung 4.42: Sanierung des westlichen Abschnitts der Vahlberger Strecke, 19.03.2018 . .	126
Abbildung 4.43: Erstellung eines Stützbauwerks am südöstlichen Stoß der 20BA, 19.03.2018 . . . . .	126



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 11

Abbildung 4.44: Lage der Beobachtungsbereiche im Umfeld der Baustoffanlage 20BA auf der 700-m-Sohle . . . . .	127
Abbildung 4.45: Maßnahmen im östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke, Stand 19.03.2018	130
Abbildung 4.46: Entfestigte Bereiche in der Richtstrecke nach Osten und der Wendelstrecke im Firstniveau der 700-m-Sohle . . . . .	134
Abbildung 4.47: Rolloch R1 und Schädigungen im Bereich der Firste des Pfeilers 1/2 . . . . .	144
Abbildung 4.48: Gleitbogenausbau von Abbau 2 und Schädigungen im Bereich von Firste und Südstoß des Pfeilers 1/2 . . . . .	144
Abbildung 4.49: Katasterstelle P725004 in Pfeiler 2/3 mit Abschaltungen am Nordstoß, Blick nach Osten, 16.02.2018 . . . . .	145
Abbildung 4.50: Gleitbogenausbau von Abbau 3 mit Salzausfällungen und Schädigungen an Verbolzung und Verzug . . . . .	145
Abbildung 4.51: Tropfstellen und Schädigungen im Pfeiler 3/4 . . . . .	146
Abbildung 4.52: Gleitbogenausbau Abbau 4 mit Schädigungen und Pfeiler 4/5 . . . . .	147
Abbildung 4.53: Von der Gleitbogenstrecke in Pfeiler 3/4 abgehender Querschlag nach Norden . . . . .	147
Abbildung 4.54: Stabilisierung des entfestigten nördlichen Stoßes am südöstlichen Füllortpfeiler . . . . .	154
Abbildung 4.55: Auch nach Sanierung fortgesetzte Rissaufweitungen am südöstlichen Füllortstoß und am südwestlichen Füllortpfeiler . . . . .	155
Abbildung 4.56: Entfestigter südlicher Stoß des nördlichen Füllortpfeilers an Schacht 2/750 . . . . .	155
Abbildung 4.57: Schädigungen des Schachtausbaus von der Füllortbühne 750-m-Sohle bis zur Buchtholzbühne . . . . .	156
Abbildung 4.58: Schädigungen der Firste und Stöße im Umfeld des Füllorts Schacht 4/750-m-Sohle . . . . .	157
Abbildung 4.59: Schädigungen im Bereich der Firste und Stöße im westlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten . . . . .	160
Abbildung 4.60: Entfestigte Stöße im östlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten . . . . .	160
Abbildung 4.61: Stabilisierungsmaßnahmen am Südstoß sowie am westlichen Kleinpfeiler . . . . .	161
Abbildung 4.62: Stabilisierungsmaßnahmen am Südstoß vor Zugang Abbau 5a(Na2) sowie in der nordwestlichen Streckenaufweitung . . . . .	162
Abbildung 4.63: Seit dem letzten Berichtsstand in der nördlichen Richtstrecke nach Osten durchgeführte Stabilisierungsmaßnahmen . . . . .	163
Abbildung 5.1: Fassungsrate im Baufeld der Südflanke (Wochenmittel) . . . . .	169
Abbildung 5.2: Fassungsrate im Bereich des Baufeldes der Südflanke auf der 553-, 574-, 637-, 658-, 725- und 750-m-Sohle . . . . .	170
Abbildung 5.3: Fassungsrate im Bereich der Südflanke von der 725- und 750-m-Sohle . . . . .	170
Abbildung 5.4: Prozentualer Anteil der täglich gefassten Lösungen auf den einzelnen Sohlen, bezogen auf die täglich gefasste Gesamtmenge in der Südflanke . . . . .	171
Abbildung 5.5: Fassungsrate aus dem Bereich 511-, 553- und 574-m-Sohle . . . . .	172
Abbildung 5.6: Fassungsrate aus dem Bereich 637- und 658-m-Sohle . . . . .	172
Abbildung 5.7: Fassungsrate aus dem Bereich der Nordflanke . . . . .	173
<b>Anzahl der Blätter dieses Dokumentes: . . . . .</b>	<b>450</b>

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 12
-------------------------------------------------	-----------


## 1 Einleitung

Die Schachanlage Asse II ist ein altes Kali- und Steinsalzbergwerk, welches nach Einstellung der Rohstoffgewinnung 1965 von der Bundesregierung übernommen wurde. Von 1967 bis 1978 wurden im Auftrag des Bundesforschungsministeriums mittel- und schwachradioaktive Abfälle eingelagert. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die anschließend in der Schachanlage Asse II im Auftrag des Forschungsministeriums der Bundesregierung durchgeführt wurden, sind Mitte 1995 weitgehend beendet worden. In Anbetracht der hohen Verformungsraten, der ablaufenden Bruchprozesse insbesondere im Baufeld an der Südflanke sowie des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge wurden von der GSF und später HMGU Verfüllmaßnahmen im Hinblick auf eine schnellstmögliche und langzeitsichere Stilllegung geplant sowie zum Teil umgesetzt. Im November 2008 wurde in einem Kabinettsbeschluss vereinbart, dass ab dem 01.01.2009 die Schachanlage Asse II durch das BfS nach Atomrecht zu betreiben ist. Mit der Betriebsführung der Schachanlage Asse II hat das BfS wiederum die Asse-GmbH beauftragt. Im Jahre 2018 wurde die Asse-GmbH in die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) überführt, die seitdem Betreiber der Schachanlage Asse II ist.

Als ehemaliger verantwortlicher Betreiber der Schachanlage Asse II hatte das BfS die Gefährdungslage, insbesondere im Hinblick auf eine auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts (AÜL) analysiert [1], [2], daraus Maßnahmen zur Notfallplanung abgeleitet [3], [4] und die Asse-GmbH mit deren Umsetzung beauftragt. Weiterhin wurde ein Optionenvergleich zum Umgang mit den radioaktiven Abfällen im Hinblick auf eine Stilllegung durchgeführt. Als Ergebnis wurde am 15.01.2010 vom BfS festgestellt, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle nach derzeitigem Kenntnisstand die beste Variante ist. Um Unsicherheiten bezüglich des Zustandes der Einlagerungskammern (ELK), der eingelagerten Gebinde und deren Handhabungsmöglichkeiten sowie der Strahlenbelastungen bei der Rückholung zu klären, hatte das BfS entsprechende Untersuchungen (Faktenerhebung) vorgesehen. Der Betrieb und die Stilllegung der Schachanlage Asse II sind in §57b AtG („Lex Asse“) geregelt (s. [5]).

Auf der Grundlage des vom BfS veröffentlichten Netzplanes und der bestehenden Rahmenbedingungen wurde 2013 ein Zwischenbericht zum Zeitablauf zur Vorbereitung der Rückholung vorgelegt [6]. Demnach ist mit einem Beginn der Rückholung nicht vor dem Jahre 2033 zu rechnen. Unter Berücksichtigung dieses Kenntnisstandes, der aktuellen Planungen zur Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen [1], [2], [3], [4] und zur Rückholung der Abfälle [7] sowie der gebirgsmechanisch bedingten Schädigungsprozesse im Tragsystem und der weiterhin anhaltenden Gefährdung hinsichtlich der Entwicklung des Lösungszutritts, ist für den Teilbereich Standortüberwachung von einer um mehrere Jahrzehnte verlängerten Betriebsphase auszugehen.

In das Grubengebäude der Schachanlage Asse II dringen im Baufeld an der Südflanke derzeit täglich ca. 12 m<sup>3</sup> an NaCl-gesättigter Salzlösung ein [8], [9]. Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation kommt es zu weiteren Verformungen der Tragelemente und einer zunehmenden Beanspruchung des Deckgebirges [1], [2]. Diese Situation und die im Deckgebirge ablaufenden Subrosionsvorgänge können zu Veränderungen des Salzlösungszutritts führen [3], [10]. Die Erfahrungen aus dem Kali-, Steinsalz- und Kupferschieferbergbau zeigen, dass zuverlässige Prognosen für die Zutrittsentwicklung schwierig und mit großen Unsicherheiten behaftet sind [3]. Auch für die Schachanlage Asse II ist aufgrund der ungenauen Kenntnisse über die geologische und hydrogeologische Situation im Deckgebirge sowie der Zutrittspfade keine belastbare Prognose der Zutrittsentwicklung möglich. Die Aufgabe des Teilbereiches Standortüberwachung ist es diesbezüglich daher, die im Grubengebäude zutretenden Lösungen bezüglich Fassungsrates, Temperatur, Dichte und chemischer Zusammensetzung zu analysieren und zu dokumentieren sowie Veränderungen zu erfassen und ggf. zu bewerten.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 13
-------------------------------------------------	-----------

Um die Sicherheit der Schachanlage Asse II bis zum Ende der Betriebsphase im Hinblick auf eine mögliche auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts (AÜL) [1], [2] zu gewährleisten, sind Maßnahmen zur Notfallplanung [3], [4] initiiert worden, die auch umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen beinhalten. Zur Überwachung der Bauzustände, der gebirgsmechanischen Situation insgesamt und der Auswirkungen dieser Maßnahmen im Hinblick auf die Schädigungsentwicklung erfolgt ein umfangreiches Monitoring mit entsprechenden gebirgsmechanischen und geophysikalischen Messungen.

Weiterhin sind in den stark geschädigten Infrastrukturbereichen zusätzliche lokale Monitoringprogramme zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit erforderlich geworden [11]. Außerdem werden geotechnische Sensoren zur Überwachung von vorsorglich durchzuführenden Verfüllmaßnahmen und zur Steuerung von Notfallmaßnahmen bei einem AÜL vorgesehen bzw. wurden bereits installiert.

Zur Beurteilung der bereits stark entfestigten Tragelemente und des Gesamttragsystems bis zum Ende der Betriebsphase wurde ein komplexes geotechnisches und geophysikalisches Kontroll- und Überwachungssystem eingerichtet (vgl. Anhang 1.1 auf Blatt 199 und Anhang 5.1 auf Blatt 270). Die Messsysteme werden laufend überprüft, bei Bedarf werden Sensoren ergänzt oder defekte Messsysteme ersetzt.


Aus gebirgsmechanischer Sicht haben die Messungen folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Überwachung und Beweissicherung der ablaufenden sicherheitsrelevanten, gebirgsmechanischen Prozesse im Gesamttragsystem,
- Überprüfung bzw. Validierung der gebirgsmechanischen Berechnungen zur Tragfähigkeit,
- Bewertung der Resttragfähigkeit des Tragsystems der Asse-Südflanke,
- Überprüfung der Wirksamkeit bzw. der Auswirkungen von durchgeführten Verfüllmaßnahmen,
- Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (Betriebssicherheit) von Infrastrukturräumen und bei Bedarf Ableitung von Empfehlungen für Stabilisierungs- und Sicherungsmaßnahmen,
- Beurteilung der Einwirkungen und Erkennen kritischer Situationen, die eine Gefährdung des Bergwerkes insbesondere im Hinblick auf einen Notfall durch eine auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts darstellen können.

Das Ziel der Standortüberwachung ist dementsprechend die Erfassung des groß- und kleinräumigen Spannungs- und Verformungsverhaltens der tragenden Elemente des Baufeldes an der Südflanke sowie des Verformungsverhaltens des Grubengebäudes selbst sowie im Verbund mit dem Neben- und Deckgebirge. Weiterhin werden mikroseismische und mikroakustische Messungen zur Detektion von Bruchvorgängen im Gebirge und Radarmessungen zur Erkundung von Auflockerungszonen durchgeführt sowie die Parameter der im Grubengebäude austretenden Salzlösungen und der eingebrachten Versatzstoffe erfasst bzw. durch entsprechende Untersuchungen bestimmt.

Die geotechnische Betriebsüberwachung dient somit einerseits der Erfassung der Gebirgsreaktionen in der Betriebsphase, insbesondere im Hinblick auf die durchgeführten Verfüll- bzw. Stabilisierungsmaßnahmen und Bewertung der Lösungszutritte, sowie andererseits als Planungsgrundlage für weitere Stabilisierungsmaßnahmen und die anstehende Rückholung der radioaktiven Abfälle.

In der vorliegenden Unterlage werden die zur Verfügung stehenden Ergebnisse aller Messungen und Untersuchungen des Teilbereiches Standortüberwachung in komprimierter Form für das Jahr 2017 dargestellt und bewertet. Aufgrund der unterschiedlichen Komplexität und Methodik der Messverfahren liegen zum Berichtsstand Daten aus unterschiedlichen Messzeiträumen vor. Dies ist in den jeweiligen Kapiteln entsprechend angegeben.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 14

## 2 Geotechnisches Kontroll- und Überwachungsprogramm

### 2.1 Gebirgsspannungsmessungen

#### 2.1.1 Messziele

Zur Gewährleistung der Sicherheit der Schachanlage Asse II bis zum Ende der Betriebsphase muss die Beanspruchung des Tragsystems innerhalb des Grubengebäudes und des Gesamttragsystems (Grubengebäude-Deckgebirge) durch eine intensive messtechnische Erfassung der Gebirgsspannungen beobachtet werden.

Aus gebirgsmechanischer Sicht haben die Spannungsmessungen in den Tragelementen folgende Ziele zu erreichen:

- Überwachung und Beweissicherung der Spannungssituation in den Pfeilern im Baufeld an der Südflanke,
- Parametergewinnung für die Planung und Qualitätssicherung von Maßnahmen zur Notfallplanung sowie deren Funktionsbewertung,
- Verifizierung der numerischen Berechnungen zur Tragfähigkeit, Vergleich zwischen Messung (IST-Zustand) und Modellrechnung.

#### 2.1.2 Messsysteme

Derzeit sind im Baufeld an der Südflanke insgesamt 55 Spannungsmonitorstationen (SMS) in den Pfeilern oberhalb der 700-m-Sohle installiert (s. Anhang 1.1 auf Blatt 199), von denen sich 39 im routinemäßigen Messbetrieb befinden. Eine Übersicht der Druckkissenanordnung und Art der Messwertabfrage der aktiven SMS zeigt Tabelle 2.1.

Tabelle 2.1: SMS – Instrumentierungen


Instrumentierung	Messrichtungen						Messwertabfrage
	45°/streichend	45°/querschlägig	querschlägig	45°(23°)/vertikal	streichend	vertikal	
1994 (Pfeiler 4/5, Nord, 577 / 566)	–	✓	✓	–	✓	✓	elektrisch / hydraulisch
1994 (Pfeiler 4/5, Süd, 577 <sup>(1)</sup> / 566 <sup>(1)</sup> )	–	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch / hydraulisch
1997–2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch / hydraulisch
seit 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch

<sup>(1)</sup> Überwiegend ausgefallen, daher keine grafische Darstellung.

Die spezielle Anordnung der Druckkissen bei Instrumentierungen ab 1996 erlaubt es, aus den sechs Druckmesswerten den Spannungstensor am Standort der jeweiligen SMS zu berechnen.

Aufgrund der inzwischen starken Entfestigung der Tragelemente und der verformungsbedingten Schäden an Teilen des Messsystems ist ein belastbarer Rückschluss von Messwerten auf den wirkenden Spannungstensor derzeit nur eingeschränkt möglich. Daher erfolgt die Auswertung der erfassten richtungsorientierten Druckmesswerte in der Regel im Hinblick auf die wirkenden maximalen und minimalen Spannungen ( $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$ ) sowie die wirksamen Spannungsdifferenzen  $\Delta\sigma$  (vgl. Anhang 16.5 auf Blatt 449 und Anhang 16.6 auf Blatt 450).



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 15

Die SMS wurden an ausgewählten Pfeilerlokationen im Baufeld an der Südflanke überwiegend in Höhe einbindender Schweben mit einem Spezialbeton, welcher vergleichbare mechanische Eigenschaften wie das umgebende Gebirge aufweist, installiert.

In 2015 erfolgte die Ersatzinstrumentierung von vier SMS. Davon wurden drei SMS im Pfeiler 5/6 in 513 m, 534 m und 555 m Teufe sowie eine SMS im nördlichen Bereich des Pfeilers 4/5 in 550 m Teufe eingebaut. Bei diesen SMS erfolgt ausschließlich eine elektrische Messwertabfrage. Die SMS zeigen inzwischen stabile und plausible Messergebnisse und können für die Bewertung der Spannungssituation im Tragsystem genutzt werden.

Exemplarisch wurden die Hauptspannungen ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) für die Station im Pfeiler 5/6 (513 m Teufe) berechnet und sind in Anhang 2.3 auf Blatt 229 dargestellt.

### 2.1.3 Durchführung der Messungen

Für die Abfrage der Spannungsmesswerte werden automatische Messwerterfassungsanlagen verwendet. Von der jeweiligen SMS wurden spezielle Messkabel zum Messwerterfassungsraum auf der 490-m-Sohle verlegt. Im Messwerterfassungsraum erfolgt die Datenerfassung auf Ringkernspeichern in den Messwerterfassungsanlagen. Diese Daten werden von einem Server in Gebäude 11 via dem lokalen Netzwerk über die Schächte 2 und 4 abgerufen, gespeichert und archiviert. Auf diesen Server können die Bearbeiter zur Datenbearbeitung und zur Steuerung der Messwerterfassung über ihren lokalen Rechner zugreifen. Im Rahmen eines routinemäßigen Betriebs erfolgen die Messungen täglich.

Eine Plausibilitätsprüfung der Rohdaten erfolgt in der Regel wöchentlich. Die Auswertung der Gebirgsspannungsmessungen erfolgt im Hinblick auf signifikante Veränderungen der Spannungssituation monatlich. Eine Dokumentation und Interpretation der Messergebnisse ist Bestandteil des Jahresberichtes der Standortüberwachung. Die Messergebnisse beruhen auf dem Datenstand vom 01.11.2017.


### 2.1.4 Darstellung der Messergebnisse

#### 2.1.4.1 Südflanke

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in den Tragelementen der Südflanke installierten SMS dargestellt. Hierbei werden entsprechend der Geometrie des Baufeldes und der damit unterschiedlichen Belastungssituation die Bereiche

- Westflügel (Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4),
- Bereich des Hauptpfeilers 4/5,
- Ostflügel (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9),
- Östlicher Baufeldrand

differenziert bewertet.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 16
-------------------------------------------------	-----------


## Westflügel (Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4)

Die Beanspruchung der Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 im Westflügel (Abbaureihe 1 bis 4) auf den Sohlen 679 m und 658 m ist geprägt durch die Gewinnung der Schweben von 1955 bis 1958, durch die vier Großabbaue mit ca. 36 m Höhe entstanden sind. In diesen Abbauen wurde von 1984 bis 1987 Salzversatz mit einer Einbaudichte von  $1,46 \text{ g/cm}^3$  und einer Porosität von 33 % eingebracht. Durch den seit Ende der 1980er Jahre bestehenden Salzlösungszutritt ist es vor allem in der Abbaureihe 3 zu einer Durchfeuchtung des Versatzes und der Tragelemente gekommen. Der Versatz in diesem Bereich wird seit nunmehr ca. 30 Jahren konvergenzbedingt kompaktiert. Wie aus Anhang 1.2 auf Blatt 200 zu ersehen, sind in den Abbaureihen 3 und 4 fast alle Schweben gebrochen oder abgebaut. Firstspaltverfüllungen wurden im Westflügel im Zeitraum von 2011 bis 2016 auf den Sohlen 532 m und 511 m sowie in der Abbaureihe 1 von der 595- bis 700-m-Sohle durchgeführt. Zudem wurde im Rahmen der Stabilisierungsmaßnahmen von Juni bis August 2013 und Dezember 2014 bis Januar 2015 der Abbau 1/574 und die Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt.

Betrachtet man die Spannungsmesswerte in den Tragelementen im westlichen Bereich des Baufeldes an der Südflanke (s. Anhang 2.1 auf Blatt 203 bis Anhang 2.1 auf Blatt 214) ergibt sich Folgendes:

- Pfeiler 1/2:
  - Im nördlichen Bereich des Pfeilers 1/2 im Bereich der 574- und 658-m-Sohle ist ein maximales Spannungsniveau ( $\sigma_{\max}$ ) von 9 bis 10 MPa und ein minimales Spannungsniveau ( $\sigma_{\min}$ ) von 0,8 bis 3,8 MPa festzustellen (s. Anhang 2.1 (Blätter 207–210)). Aufgrund von Verfüllmaßnahmen im Bereich des Blindschachtes 1 (BS 1) auf der 574- und 595-m-Sohle (Ende 2014/Anfang 2015) wurde der Messkurvenverlauf kurzzeitig beeinflusst. Gegen Ende 2015 ist ungefähr das ursprüngliche Spannungsniveau wieder erreicht (s. Anhang 2.1 (Blätter 209–210)). Im Berichtszeitraum wurde keine signifikante Veränderung des Spannungsniveaus festgestellt.
  - Im südlichen Pfeilerbereich in 577 m Teufe sind im Jahr 2013 im Zuge der Resthohlraumverfüllung des Abbaus 1/574 mit Sorelbeton Druckanstiege festgestellt worden. Im Jahr 2014 sind diese Effekte abgeklungen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 206), d. h., es haben sich wieder die Spannungswerte von vor der Verfüllung eingestellt. Die maximal registrierte Spannung in vertikaler Richtung steigt seit Anfang 2015 von ca. 7 MPa auf ca. 10 MPa (November 2017) an. Die Spannungsmesswerte in den anderen Richtungen zeigen einen konstanten Kurvenverlauf.

In den Teufen 661 m, 651 m und 588 m ist ein maximales Spannungsniveau ( $\sigma_{\max}$ ) von 5 bis 6 MPa und ein minimales Spannungsniveau ( $\sigma_{\min}$ ) von 0,1 bis 0,2 MPa festzustellen. Signifikante Veränderungen der Spannungsverhältnisse im Berichtszeitraum waren nicht zu beobachten (s. Anhang 2.1 (Blätter 203–206)).
- Pfeiler 2/3:
  - Im nördlichen Pfeilerbereich (Bohrung SMS 5/574, 577 m Teufe) liegen die Spannungsmesswerte in einer Bandbreite von 0,8 bis 6,5 MPa. Der Messwertverlauf folgt dem Trend der letzten Jahre (s. Anhang 2.1 auf Blatt 212).
  - Die Station im südlichen Pfeilerbereich (Bohrung SMS 5/574, 609 m Teufe) ist seit November 2016 inaktiv.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 17
-------------------------------------------------	-----------

- In Pfeilermitte (Bohrung SMS 5/574, 598 m Teufe) liegt die maximal registrierte Spannung bei ca. 24 MPa ( $\sigma_{\max}$ ) in querschlägiger Richtung. Die minimale Komponente – in horizontal/streichender Richtung – beträgt 1,2 MPa. In der Auswertung werden drei von ursprünglich sechs Messrichtungen berücksichtigt. Seit Dezember 2015 ist die vertikale Messrichtung inaktiv. Die Komponenten in 45° streichender und horizontal/45°querschlägiger Messrichtung sind in früheren Berichtszeiträumen ausgefallen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 211).

- Pfeiler 3/4:

- Im Pfeiler 3/4 (nördlicher Pfeilerbereich, Bohrung SMS 1/679, 676 m Teufe) ist bezüglich  $\sigma_{\max}$  im Berichtszeitraum ein Spannungsanstieg um ca. 1 MPa von ca. 13 MPa (11/2016) auf ca. 14 MPa (11/2017) zu verzeichnen. Die minimale Komponente ( $\sigma_{\min}$ ) beträgt 0,7 MPa (s. Anhang 2.1 auf Blatt 213).
- Im Niveau der 658-m-Sohle (nördlicher Pfeilerbereich, Bohrung SMS 1/658, 658 m Teufe) beträgt der maximale Spannungsmesswert 7,4 MPa. Im Vergleich zum Vorjahr ist keine signifikante Veränderung festzustellen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 214).
- Im südlichen Pfeilerbereich ist in der Bohrung SMS 1/679, 670 m Teufe, die maximale Komponente in 2011 ausgefallen. Somit werden die Ergebnisse für die weitere Auswertung nicht mehr berücksichtigt (s. Anhang 2.1 auf Blatt 215).


Die Messergebnisse deuten im Westflügel aufgrund ihres Verlaufes auf weiterhin hochbeanspruchte und überwiegend entfestigte, jedoch zumindest im Bereich der einbindenden Schweben auf noch intakte Pfeilerkerne oberhalb der 658-m-Sohle hin. Die Maximalspannungen haben leicht zugenommen und die Minimalspannungen sind weitgehend unverändert oder leicht rückläufig.

### Bereich des Hauptpfeilers 4/5

Der ca. 20 m breite Hauptpfeiler zwischen den Abbaureihen 4 und 5 wurde durch die Blindschächte 2 und 2a sowie die Querschläge auf den Sohlen 511 m, 532 m, 553 m, 637 m und 700 m durchbaut. Zur Stabilisierung des Hauptpfeilers wurden im Jahr 2011 der Blindschacht 2 oberhalb der 616-m-Sohle, der Querschlag auf der 553-m-Sohle und der Firstspalt im Abbau 4/511 mit Sorelbeton verfüllt. Im Jahr 2012 wurden die Firstspalte in den Abbauen 4/532, 5/511, 5/532 und 5/553 betoniert. Im Jahr 2013 wurde die Verfüllung des Blindschachtes 2a abgeschlossen. Weiterhin wurden im Jahr 2014 im Zuge der Wendelsanierung der Querschlag zum Blindschacht 2 auf der 637-m-Sohle, die Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaureihen 3 bis 5 auf der 637-m-Sohle und die im Firstniveau der 637-m-Sohle verlaufende alte Wendelstrecke sowie die Abbaubegleitstrecke auf der 574-m-Sohle im Bereich der Abbaureihe 5 mit Sorelbeton verfüllt. In 2015 erfolgte die Firstspaltverfüllung in der Abbaureihe 5 von der 574- bis zur 679-m-Sohle und im Firstniveau der 700-m-Sohle wurde der Blindschacht 2 aus der Wendelstrecke mit einer querschlägigen Strecke angefahren. Von 2016 bis Ende 2017 wurde der Blindschacht 2 von der 700- bis zur 750-m-Sohle aufgewältigt.

Die Messergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Südlicher Pfeilerbereich:  
Im südlichen Pfeilerbereich in 619 m Teufe wurde für  $\sigma_{\max}$  ein Druckanstieg um ca. 0,5 MPa auf ca. 17,7 MPa registriert. Die minimal registrierte Spannung ( $\sigma_{\min}$ ) stieg 2017 geringfügig um 0,1 MPa auf 5,0 MPa zum Berichtsstand an.  
  
Im Teuffenniveau 566 m sind Ende 2011 die horizontal/streichende und Ende 2016 die horizontal/querschlägige Komponente ausgefallen. Anfang 2017 ist die Komponente in 45° zur vertikalen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 18

Richtung ausgefallen. Da somit drei von ursprünglich fünf Komponenten ausgefallen sind, wird diese Station in der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt und auch nicht grafisch dargestellt.

Im Niveau von 553 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung  $45^\circ$  gegen die vertikale gedrehte Messrichtung ( $45^\circ(23^\circ)$ /quer) bei ca. 8,5 MPa. Die minimal registrierte Spannung stieg in streichender Richtung geringfügig um 0,2 MPa auf 0,75 MPa zum Berichtsstand an.

Die Messwertdarstellungen werden in Anhang 2.2 (Blätter 216–217) gezeigt.

- **Nördlicher Pfeilerbereich:**

Im nördlichen Pfeilerbereich in 599 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung gegenüber 2016 unverändert bei ca. 13 MPa. Die minimal registrierte Spannung zeigt im Jahr 2017 einen Druckanstieg um 0,9 MPa und liegt somit bei 1,3 MPa (s. Anhang 2.2 auf Blatt 218).

In 577 m Teufe zeigt die maximal registrierte Spannung (horizontal  $45^\circ$  querschlägig) gegenüber 2016 einen signifikanten Spannungsrückgang um 1 MPa auf ca. 11 MPa. Die vertikale Komponente steigt von 7 MPa (11/2016) auf 8 MPa (11/2017). Die minimal registrierte Spannung (horizontal/streichender Richtung) liegt unverändert bei ca. 4 MPa (s. Anhang 2.2 auf Blatt 219).

In 566 m Teufe ist ein Spannungsniveau für  $\sigma_{\min}$  von 1,7 MPa und für  $\sigma_{\max}$  von 9,7 MPa festzustellen. Im Jahr 2017 ist ein signifikanter Anstieg der minimalen Komponente um 0,8 MPa auf 1,7 MPa erkennbar und ein sehr geringer Anstieg der maximalen Komponenten um 0,2 MPa auf 9,7 MPa festzustellen (s. Anhang 2.2 auf Blatt 220).

Anfang März 2015 ist die Station in 553 m Teufe (Bohrung SMS 7/490) irreparabel beschädigt worden. Die Nachinstrumentierung (Bohrung SMS 10/490, 550 m Teufe) erfolgte Mitte Oktober 2015. Aufgrund des noch vergleichsweise kurzen Messzeitraumes ist für die Darstellung in Anhang 2.2 auf Blatt 221 eine monatsweise Skalierung der X-Achse gewählt worden.


- **Mittlerer Pfeilerbereich:**

Im mittleren Pfeilerbereich, bzw. in der Mitte der einbindenden Schweben in 609 m Teufe, ist Mitte 2017 die maximale horizontal/querschlägig gerichtete Komponente bei ca. 35 MPa ausgefallen. Damit zeigt die  $45^\circ(23^\circ)$ /quer-Komponente mit ca. 33 MPa die höchste Spannung. Die minimal registrierte Spannung ( $\sigma_{\min}$ ) liegt 2017 in horizontal/streichender Richtung bei ca. 4 MPa. Im Jahr 2017 gab es keine signifikanten Veränderungen der minimalen Spannungsverhältnisse und bis zum Ausfall der maximalen Komponente auch keine Veränderung der maximalen Spannungen (s. Anhang 2.2 auf Blatt 222).

Die Messergebnisse weisen – bedingt durch die hohen Spannungsdifferenzen – auf eine weiter anhaltende Entfestigung des Hauptpfeilers, insbesondere im Niveau der Abbaue, hin. In Höhe der einbindenden Schweben zeigen die Spannungsmesswerte eine intensive hohe Belastung der Pfeilerkernbereiche. Die Spannungsanstiege im nördlichen Bereich des Pfeilers 4/5 in 566 m und 577 m Teufe weisen auf eine beginnende Einspannung hin, welche auf die Stabilisierungsmaßnahmen (Resthohlraumverfüllung) in diesem Bereich zurückzuführen ist.

### **Ostflügel (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9)**

Die Abbaue im Ostflügel des Baufeldes an der Südflanke wurden von 1989 bis 2003 mit Salz versetzt. Hierbei wurde in die Abbaue auf der 725-m-Sohle Eigenversatz mit einer Einbaudichte von  $1,46 \text{ g/cm}^3$  eingebracht. Alle anderen Abbaue wurden mittels Blasversatz (Fremdsalz) mit einer Einbaudichte von  $1,27 \text{ g/cm}^3$  verfüllt. In den Abbaureihen 6 bis 8 sind die Schweben überwiegend gebrochen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 19
-------------------------------------------------	-----------

(vgl. Anhang 1.2 auf Blatt 200). Im Ostflügel wurden von 2010 bis 2012 Firstspaltverfüllungen in den Abbaureihen 6 bis 8 von der 490- bis zur 616-m-Sohle durchgeführt (s. Anhang 1.2 auf Blatt 200). Im Jahr 2014 wurden die Firstspalte in den Abbaureihen 6 bis 8 auf der 637- und 658-m-Sohle mit Sorelbeton A1 verfüllt. In diesem Zuge wurde auch der Resthohlraum in der Abbaubegleitstrecke auf der 658-m-Sohle betoniert. Im Jahr 2015 wurden die Firstspalte in der Abbaureihe 5 bis zur 679-m-Sohle, und in den Abbaureihen 6–8 bis zur 725-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt.

Die Messergebnisse im Ostflügel ergeben folgendes Bild (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8 und 8/9):

- Pfeiler 5/6:

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 5/6 im Niveau der 679-m-Sohle ist ein Spannungsniveau bezüglich  $\sigma_{\max}$  von 11 MPa, bezüglich  $\sigma_{\min}$  von 4,6 MPa festzustellen. Somit sind maximale um 0,4 MPa und minimale Spannung um 0,1 MPa geringfügig gegenüber 2016 angestiegen (s. Anhang 2.3 auf Blatt 223).
- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 5/6 im Niveau der 637-m-Sohle ist ein Spannungsniveau bezüglich  $\sigma_{\max}$  von 14 MPa, bezüglich  $\sigma_{\min}$  von 2,5 MPa festzustellen. Im Jahr 2017 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 224).
- Im mittleren Bereich des Pfeilers 5/6 im Teufenniveau der 658-m-Sohle ist gegenüber 2016 ein leichter Rückgang der maximalen Spannung  $\sigma_{\max}$  in horizontal/querschlägiger Richtung um 0,2 MPa auf 21,5 MPa zu registrieren. Die minimale Komponente in horizontal/streichender Richtung ist Anfang 2011 ausgefallen (s. Anhang 2.3 auf Blatt 225).

Die Spannungsmonitorstationen im Niveau der einbindenden Schweben 574/553 in 556 m Teufe, 553/532 in 535 m und 532/511 in 514 m Teufe sind aufgrund der starken lokalen gebirgsmechanischen Beanspruchung seit Anfang 2015 komplett ausgefallen.

Im März 2015 wurde eine Ersatzinstrumentierung (SMS 9/490), bestehend aus drei SMS in den Teufen 513 m, 534 m und 555 m vorgenommen. Die Einbauteufen der Ersatzinstrumentierung entsprechen den Einbauteufen der ausgefallenen SMS 5/490. Für die SMS 9/490 wurde von der 490-m-Sohle eine geneigte Bohrung gestoßen. Nach der erfolgreichen Instrumentierung wurde die Bohrung 9/490 mit Sorelbeton verfüllt.


Zum Berichtsstand betragen die maximalen Spannungen in horizontal/querschlägiger Richtung  $\sigma_{\max}$  14,5 MPa (555 m Teufe) und 16 MPa (513 m Teufe). In 534 m Teufe ist seit Ende März 2017 ein Spannungsrückgang um ca. 1 MPa auf 14 MPa festzustellen. Die minimal registrierte Spannung ( $\sigma_{\min}$ ) in 513 m und 534 m Teufe (Messrichtung: vertikal) beträgt 0,2 MPa bzw. 0,3 MPa.

In 555 m Teufe beträgt die minimal registrierte Spannung 2,1 MPa und ist seit 08/2016 in horizontal/streichender Richtung orientiert. Von 07/2015 bis 08/2016 zeigte die 45°/streichende Komponente die kleinsten Messwerte.

Aufgrund der kurzen Betriebszeit der SMS 9/490 erfolgt eine höher auflösende Skalierung in Anhang 2.3 (Blätter 226–228)

- Pfeiler 6/7:

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 6/7 im Niveau der einbindenden Schweben 616/595 bleibt das Spannungsniveau bezüglich  $\sigma_{\max}$  und  $\sigma_{\min}$  gegenüber 2016 unverändert und beträgt 12 MPa bzw. 2,2 MPa (s. Anhang 2.3 auf Blatt 230). Im Jahr 2017 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 20
-------------------------------------------------	-----------

- Pfeiler 7/8:

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 7/8 im Teufenniveau 651 m liegt die maximal registrierte Spannung gegenüber 2016 geringfügig um 0,2 MPa erhöht bei ca. 8,5 MPa. Die minimale Spannungskomponente (Messrichtung: 45°/querschlägig) ist im zweiten Quartal 2014 ausgefallen.

In der Teufe 588 m wurde für  $\sigma_{\max}$  ein sehr geringfügiger Druckanstieg um ca. 0,1 MPa auf insgesamt 10,4 MPa registriert. Die minimale Spannungskomponente (Messrichtung: horizontal/querschlägig) ist im ersten Quartal 2014 ausgefallen. In der Auswertung werden drei von ursprünglich sechs Messrichtungen berücksichtigt.

Seit 2016 ist die Station in 577 m Teufe vollständig ausgefallen. Es wird keine Zeitreihe dargestellt.

Im Niveau der 574-m-Sohle (566 m Teufe) wurde für  $\sigma_{\max}$  ein geringfügiger Druckanstieg um ca. 0,3 MPa auf insgesamt 10,5 MPa registriert. Die minimal registrierte Spannung  $\sigma_{\min}$  in horizontal/streichender Richtung bleibt seit 2016 bis zum Berichtsstand unverändert und beträgt 3,8 MPa. Die registrierten Spannungsmesswerte in 45°/streichender und vertikaler Richtung steigen seit Anfang 2010 (Beginn der Firstspaltverfüllung) kontinuierlich von ca. 5 MPa auf ca. 9,3 MPa bzw. 7,9 MPa an (s. Anhang 2.3 (Blätter 231–232)).

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 7/8 im Teufenniveau 619 m wurde gegenüber 2016 ein geringfügiger Spannungsanstieg der maximalen Spannung  $\sigma_{\max}$  in horizontal/querschlägiger Richtung um 0,1 MPa auf 11,4 MPa registriert. Die minimal erfasste Spannung (vertikale Richtung) ist gegenüber dem Vorjahr auf 2,0 MPa um 0,1 MPa zurückgegangen.

In den Teufen 588 m und 577 m ist ein maximales Spannungsniveau ( $\sigma_{\max}$ ) von 8 bis 5 MPa und ein minimales Spannungsniveau ( $\sigma_{\min}$ ) von 3 bis 2 MPa festzustellen. Signifikante Veränderungen der Spannungsverhältnisse im Berichtszeitraum waren nicht zu beobachten (s. Anhang 2.3 (Blätter 234–235)).


In 566 m Teufe bleiben die maximal und minimal registrierten Spannungen gegenüber 2016 unverändert bei ca. 10 MPa und 1 MPa. Im Jahr 2017 gab es keine signifikante Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 236).

Der geringe, aber dennoch kontinuierliche Druckanstieg, im südlichen und nördlichen Pfeilerbereich in 45°/streichender und vertikaler Richtung deutet auf eine zunehmende Stützung der Tragelemente (Versatzkompaktion – unterstützt durch die Firstspaltverfüllung – in nahegelegenen Abbauen) hin.

- Im mittleren Pfeilerbereich des Pfeilers 7/8 in der Mitte der einbindenden Schweben 637/658 in 640 m Teufe (SMS 1/595) wurde in 2017 eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt. Entsprechend des Ergebnisses ist die Anbindung der Druckkissen an das Gebirge nicht im erforderlichen Maß hergestellt. Daher werden die Messwerte nicht in der Auswertung berücksichtigt (s. Anhang 2.3 auf Blatt 237).

- Pfeiler 8/9:

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 8/9 im Teufenniveau 525 m (Höhe des Abbaus 8 und 9) liegt die maximal registrierte Spannung  $\sigma_{\max}$  in horizontaler 45°/querschlägiger Richtung unverändert bei ca. 3 MPa. Die minimal registrierte Spannung  $\sigma_{\min}$  liegt 2017 in vertikaler Richtung bei 0,6 MPa. Im Jahr 2017 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 238).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 21
-------------------------------------------------	-----------

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 8/9 im Teufenniveau 493 m liegt die maximal registrierte Spannung  $\sigma_{\max}$  in horizontal/streichender Richtung unverändert bei 9,1 MPa. Die minimal registrierte Spannung liegt in vertikaler Richtung bei 1,9 MPa. Im Jahr 2017 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 239).
- Im mittleren Pfeilerbereich des Pfeilers 8/9, bzw. in der Mitte der einbindenden Schwebe 511/532, in einer Teufe von 514 m in horizontal/querschlägiger Richtung, zeigt die maximal gemessene Spannung seit Anfang 2010 einen deutlichen Belastungsrückgang von etwa 5 MPa, der auf Entfestigungserscheinungen zurückzuführen ist. Von Anfang 2014 bis Anfang 2015 war ein sehr geringfügiger Spannungsanstieg bezüglich  $\sigma_{\max}$  um 0,3 MPa auf ca. 25,5 MPa mit wieder leicht steigender Tendenz erkennbar. Der in 2014 festgestellte leicht ansteigende Trend klingt seit 2015 wieder ab. Von Ende 2012 bis Mitte 2016 betrug die maximale Spannung konstant 25 MPa. Seit Mitte 2016 bis zum Berichtsstand ist ein signifikanter Belastungsrückgang um 1 MPa erkennbar. Somit beträgt die maximale Spannung zum Berichtsstand 24 MPa.

Die minimal registrierte Spannung ( $\sigma_{\min}$ ) liegt unverändert in horizontal/streichender Richtung bei 3 MPa (s. Anhang 2.3 auf Blatt 240).

Im Ostflügel sind die Spannungsdifferenzen auf einem unveränderten, hohen Niveau.


### Östlicher Baufeldrand

Die Abbaue im östlichen Baufeldrand wurden von 1992 bis 2003 mit Salz versetzt. Hierbei wurde im Abbau 9/725 Eigenversatz (Einbaudichte von  $1,46 \text{ t/m}^3$ ) eingebracht. Alle anderen Abbaue wurden mittels Blasversatz (Fremdsalz) mit einer Einbaudichte von  $1,27 \text{ t/m}^3$  verfüllt. In der Abbaureihe 9 ist nur die Schwebe zwischen der 616- und der 637-m-Sohle nachweislich gebrochen (vgl. Anhang 1.2 auf Blatt 200). Im Abbau 9/511 wurde im Jahr 2012 der Firstspalt mit  $1.925 \text{ m}^3$  Sorelbeton nachverfüllt. In diesem Teil des Baufeldes ist die Firstspaltverfüllung der Abbaureihe 9 von der 532- bis zur 574-m-Sohle umgesetzt. Die Betonage des Blindschachtes 3 und der angeschlossenen Resthohlräume erfolgte bis Mitte April 2016. Die Firstspaltverfüllung der Abbaureihe 9 wurde im Januar 2018 bis zur 616-m-Sohle durchgeführt.

Die Messergebnisse im östlichen Baufeldrand ergeben folgendes Bild:

- In der Teufe von 514 m war seit April 2016 in allen Messrichtungen ein Anstieg um ca. 1 MPa zu verzeichnen. In 2017 bleibt die maximale Spannungskomponente auf unverändertem Niveau und beträgt 11 MPa. Bei der minimalen Spannungskomponente ist ein Rückgang um 0,3 MPa auf 4,3 MPa festzustellen (s. Anhang 2.4 auf Blatt 242).
- In 604 m Teufe liegt das Spannungsniveau bezüglich  $\sigma_{\max}$  bei ca. 12 MPa und bezüglich  $\sigma_{\min}$  bei 0 MPa. Der Messwertverlauf ist seit 2011 in alle Richtungen konstant. Im Jahr 2017 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.4 auf Blatt 241).

Der erhöhte Spannungsanstieg im Jahr 2016 in 514 m Teufe korreliert mit der durchgeführten Verfüllung des Blindschachtes 3 und der Firstspalte. Der 2016 vergleichsweise geringere Anstieg in 604 m Teufe zeigt, dass die Teilverfüllung der Resthohlräume (in der Abbaureihe 9) zum Berichtsstand nur bis zur 616-m-Sohle durchgeführt wurde. Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation kann für den östlichen und westlichen Baufeldrand von vergleichbaren Spannungsdifferenzen ausgegangen werden. Somit werden die Baufeldränder zunehmend beansprucht.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 22
-------------------------------------------------	-----------

### 2.1.4.2 Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke

Von gebirgsmechanischer Bedeutung, insbesondere für die Bewertung der Situation im Bereich der Wendelstrecke, ist die Ermittlung der Belastungssituation nördlich der Südflanke. Dazu wurde im Liegenden der Pfeiler 3/4 und 4/5 in Höhe der 553- und 574-m-Sohle jeweils eine Spannungsmonitorstation eingebaut. Zu beachten ist, dass beide Stationen in unterschiedlicher Entfernung zum jeweiligen Pfeiler positioniert sind.

Der Messwertverlauf beider Spannungsmonitorstationen zeigt:

- Im Liegenden des Pfeilers 3/4 in 539 m Teufe ist die horizontal/querschlägige Spannungskomponente ( $\sigma_{\min}$ ) im Jahr 2013 ausgefallen. Die maximal Spannung ( $\sigma_{\max}$ ) ist die vertikale und eine um 45° zum Streichen gerichtete Komponente mit einem Wert von ca. 6,5 MPa. Die minimal gemessene Spannung (45°-horizontal/querschlägig) zeigt zum Berichtsstand einen Wert von 4,1 MPa (s. Anhang 2.5 auf Blatt 244). Im Jahr 2017 gab es, soweit erkennbar, keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse.
- Im Liegenden des Pfeilers 4/5 in 577 m Teufe liegt die minimale Spannungskomponente ( $\sigma_{\min}$ ) in horizontal/streichender und vertikaler Richtung bei 6,0 MPa. Die maximalen Spannungskomponenten ( $\sigma_{\max}$ ) sind die um 45° zum Streichen und eine horizontale mit 45° quer zum Streichen gerichtete Komponente. Zum Berichtsstand zeigen diese Werte von 9 MPa (s. Anhang 2.5 auf Blatt 243). Im Jahr 2017 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse.

Die Messergebnisse nördlich des Baufeldes an der Südflanke zeigen (im Vergleich zu den Ausführungen in Abschnitt 2.1.4.1), dass die horizontal querschlägige Komponente die minimal gemessene Spannung darstellt. Die Spannungsdifferenzen sind nahezu konstant.

## 2.2 Messungen zum Verformungszustand und Deformationsverhalten

### 2.2.1 Nivellements über Tage


Das Tagesnivellement wird einmal jährlich gemessen und wurde in der Zeit von Juli bis September 2017 durchgeführt [12]. Über dem Baufeld der Schachanlage Asse II sind die durchschnittlichen Senkungsraten im langfristigen Trend weiterhin seit 2002 insgesamt leicht rückläufig. Im Zeitraum 2014-2017 werden jedoch zum Teil Anstiege der Senkungsraten im Vergleich zum Zeitraum 2011-2013 beobachtet.

Der Bereich mit den größten Senkungen seit Messbeginn befindet sich direkt über dem Baufeld an der Südflanke. Hier wurden am Punkt 684 (NW Ecke Villa) seit 1977 Senkungen von 349 mm erfasst. In der Messepoche 2016–2017 betrug die Senkungsraten an diesem Punkt 5 mm.

Die maximalen Senkungsraten für die Messepoche 2016-2017 wurden mit 6 mm über dem Bereich zwischen dem Baufeld an der Südflanke und dem Baufeld im Sattelkern (Punkt 681 – Pumpenhaus Asse) beobachtet. Hier könnten jedoch übertägige Baumaßnahmen die Messergebnisse beeinflusst haben.

Die Ausbildung des Senkungstrogens deutet auf eine Beeinflussung der übertägigen Senkungen durch die im südlich vorgelagerten Deckgebirge vorhandenen Trennflächensysteme (Scherdeformationsbereich) hin [13] (s. Anhang 3.1 (Blätter 245–246)). Die untertägigen Volumenkonvergenzraten können auf Grundlage der Pfeilerstauchungs- und Abbaukonvergenzmessungen bilanziert werden. Ein Vergleich zeigt, dass die Entwicklung der Senkungsraten mit zeitlicher Verzögerung mit den querschlägigen



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 23

Pfeilerstauchungsraten/Abbaukonvergenzen im Baufeld an der Südflanke und somit auch mit den untertägigen Volumenänderungen korreliert.

Der jährliche konvergenzbedingte Volumenverlust unter Tage entspricht demnach insgesamt in etwa der Volumenvergrößerung der Senkungsmulde über Tage. Jedoch unterliegt die Ermittlung der Senkungsmulde an der Oberfläche Ungenauigkeiten und die Konvergenz der überwiegend verfüllten Grubenbaue kann messtechnisch nicht direkt erfasst werden. Trotz dieser integralen Übereinstimmung der jährlichen Hohlraumverkleinerung unter Tage mit der Vertiefung der Senkungsmulde, muss lokal von Auflockerungen ausgegangen werden. Dies bezieht sich vor allem auf Bereiche des – dem Baufeld an der Südflanke – vorgelagerten Deckgebirges.


## 2.2.2 Nivellements unter Tage

Die Höhenänderungen werden einmal jährlich an den im gesamten Grubengebäude installierten Polygonpunkten in Verbindung mit den Lagemessungen messtechnisch erfasst [14]. Die Ergebnisse der Messungen von Januar 2017 stellen sich wie folgt dar:

- Im Jahr 2017 wurden auf der 490-m-Sohle Senkungen von 1 bis 10 mm in der Sattelrichtstrecke nach Osten und am Füllort Schacht 2 gemessen. Im Abbau 3/490 wurden Senkungen von 4 mm beobachtet. Der Abbau 4/490 stellt eine Ausnahme dar, mit Hebungen von 26 bis 35 mm, welche auf Aufwölbungen der Sohle zurückzuführen sind (s. Abschnitt 4.1).
- Auf der 532-m-Sohle wurden, im Gegensatz zum Vorjahr, überwiegend Hebungen von 0 bis 6 mm registriert. Lediglich in der Abbaubegleitstrecke nördlich Abbau 5/532 wurden Senkungen von 1 mm gemessen.
- Im Querschlag vom Schacht 2 und zum Blindschacht 2 auf der 553-m-Sohle wurden Senkungen von 0 bis 7 mm festgestellt.
- Auf der 637-m-Sohle wurden im Jahr 2017 ausschließlich Hebungen festgestellt: von 2 bis 7 mm im Querschlag vom Schacht 2 in Richtung der Wendelstrecke und von 9 bis 11 mm im Bereich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau.
- Ebenso auf der 700-m-Sohle wurden ausschließlich Hebungen, von 15 bis 25 mm, registriert. Die maximale vertikale Bewegung wurde in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau in Höhe des Pfeilers 12-13 beobachtet.
- Auf der 750-m-Sohle wurden durchgehend Hebungen im Bereich von 1 bis 20 mm registriert. In der nördlichen Richtstrecke nach Westen sind Hebungen von 1 bis 18 mm registriert worden und die Bewegungen werden zunehmend in Richtung Schacht 2 beobachtet. Der Bereich im Umfeld von Schacht 2 zeigt große Hebungen bis 19 mm. Die stärksten Hebungen auf der 750-m-Sohle wurden mit 20 mm in der nördlichen Richtstrecke nach Osten im Bereich des sanierten BST-Pausenplatzes beobachtet.

Insgesamt haben sich im Vergleich zum Jahr 2016 die Vertikalbewegungen im Grubengebäude von der 490- bis zur 553-m-Sohle wenig verändert. Auf der 532-m-Sohle wurden jedoch, im Gegensatz zum Vorjahr, überwiegend Hebungen registriert. Auf der 637-m-Sohle und 700-m-Sohle, welche im Jahr 2016 Hebungen und Senkungen zeigten, wurden im Jahr 2017 (wie auch schon im Jahr 2015) durchgehend Hebungen registriert.

Die Senkungsraten auf den oberen Sohlen haben weiterhin im Vergleich zum Vorjahr leicht abgenommen. Im Abbau 4/490 sind die Hebungen im Vergleich zum Vorjahr um 28 mm gestiegen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 24
-------------------------------------------------	-----------

Auf der 700-m-Sohle sind die Senkungen in Hebungen übergegangen und die Hebungsraten sind gestiegen. Die im Jahr 2017 registrierten Werte sind in diesem Bereich die höchsten Hebungsraten seit Messbeginn.

Auch auf der 750-m-Sohle sind alle Hebungsraten gestiegen. Diese befinden sich jedoch in der Bandbreite der in den vergangenen Jahren gemessenen Werte.

Im Rahmen der Monitoringprogramme


- Infrastrukturräume auf der 490-m-Sohle und Abbau 2 auf der 511-m-Sohle,
- Füllort Schacht 2 (750-m-Sohle),
- nördliche Richtstrecke nach Osten 750-m-Sohle,

werden lokale Firstnivellements durchgeführt, um ungleichmäßige Absenkungen bzw. Auflockerungen von Firstbereichen erkennen zu können. Die Ergebnisse werden in den diesbezüglichen Kapiteln diskutiert (s. Abschnitt 4.1 auf Blatt 66, Abschnitt 4.4 auf Blatt 113, Abschnitt 4.7 auf Blatt 149 und Abschnitt 4.8 auf Blatt 159).

### 2.2.3 Lagemessungen unter Tage

Die Lagemessungen unter Tage erfolgen einmal jährlich und wurden in der Zeit von Februar bis März 2017 durchgeführt [14]. Der Anschluss nach unter Tage erfolgte durch eine Lotung im Schacht 2 in Verbindung mit GPS- und Kreismessungen (s. Abschnitt 2.2.4 auf Blatt 25). Die Verschiebungsrichtungen für die einzelnen Messepochen zeigen oft Abweichungen zu dem langfristigen Trend. Auch wenn die Messergebnisse für das Jahr 2016-2017 hier separat erwähnt werden, wird ein längerer Betrachtungszeitraum für die Analyse der Verschiebungen ausgewählt. Für den Zeitraum 2009–2017 stellen sich die Messergebnisse wie folgt dar:

- Im Bereich des Baufeldes an der Südflanke bewegen sich die nördlich der Abbaue gelegenen Abbaubegleitstrecken und die Wendelstrecke überwiegend nach Südwesten auf die Abbaue zu.
- Die Punkte am südlichen Baufeldrand auf der 490-m-Sohle sowie alle Punkte im Abbau 4/490 erfassen eine entsprechend gegenläufige Verschiebungsrichtung nach Nordosten. Die Verschiebungsrichtungen in der KFZ-Werkstatt und E-Werkstatt zeigen insgesamt nach Südwesten. Für das Jahr 2017 werden an den meisten Punkten auf der 490-m-Sohle sowie in der Wendelstrecke bis zur 532-m-Sohle, welche langfristige Verschiebungen nach Süden-Südwesten zeigen, gegenläufige Bewegungen nach Nordosten erfasst.
- Auf der 511-m-Sohle wurden in der Abbaubegleitstrecke nördlich des Pfeilers 6/7 von 2009–2013 insgesamt Bewegungen nach Süden registriert. Von 2013-2014 wurde ein gegenläufiger Trend nach Norden beobachtet, welcher in Zusammenhang mit den gemessenen Divergenzen in der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 7/511 stehen könnte [15]. Im Messzeitraum 2014–2017 konnte eine Verschiebung in Richtung Nordosten beobachtet werden. In der Sohle der Abbaubegleitstrecke östlich des gemessenen Polygonpunktes vor Abbau 7/511 verlief ein streichender Riss, welcher die nördliche Erstreckung der Entlastungszone des Abbaus 7/511 darstellte. Dieser Streckenabschnitt wurde von Juni bis Juli 2015 mit Sorelbeton verfüllt. Die seit 2015 gemessenen Punkte in Abbau 2/511 zeigen diffuse Verschiebungsrichtungen, welche zum größten Teil auf die Abbaumitte gerichtet sind. Im Jahr 2017 werden an diesen Punkten dieses Bereichs Bewegungen nach Nordosten registriert.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 25

- Die Lageverschiebung der Punkte in der Abbaubegleitstrecke auf der 532-m-Sohle zeigt eine Gesamtverschiebung nach Süden. Das Bewegungsbild in der Umfahrung nördlich des Abbaus 6a/532 zeigt im zentralen Bereich eine Bewegung nach Norden für den Zeitraum 2014-2017, wobei der westliche Bereich Bewegungen nach Osten und der östliche Bereich Bewegungen nach Westen zeigt. In den Nebenabbauen 8b/532 bis 9b/532 ist eine Gesamtbewegung nach Süden zu beobachten. Im Jahr 2017 werden an fast allen Punkten dieses Bereichs Bewegungen nach Westen registriert.
- Das Bewegungsbild der Punkte auf der 553-m-Sohle zeigt insgesamt seit 2009 weiterhin Verschiebungen nach Süden. Lediglich die zwei Messpunkte in der Messnische am betonierten Querschlag zum Blindschacht 2 weisen Verschiebungen nach Osten-Südosten auf.
- Die Punkte im Querschlag zum Schacht 2 auf der 637-m-Sohle sowie in der Wendelstrecke von der Wendelkehre 616/637 zur 595-m-Sohle bewegen sich im langfristigen Trend nach Süden. Die im Jahr 2013 erstmalig gemessenen Punkte auf der 637-m-Sohle in der Richtstrecke nach Osten zeigen Verschiebungsrichtungen nach Südosten, wobei für das Jahr 2017 ein Trend in Richtung Südwesten beobachtet werden kann.
- Die Verschiebungsrichtungen auf der 700-m-Sohle – inklusive der im Jahr 2014 neu eingerichteten Punkte in der Verbindungsstrecke zwischen der Richtstrecke nach Osten im First- und Sohleniveau – weisen im langfristigen Trend insgesamt nach Südosten. Für das Jahr 2017 werden Verschiebungen nach Südwesten beobachtet. Eine Ausnahme stellt der Punkt vor Abbau 9/700 dar. Hier werden seit 2009 Bewegungen nach Nordosten registriert.
- Die Punkte am Nord- und Südstoß der Einlagerungskammer 7 auf der 725-m-Sohle bewegen sich seit ihrer Einrichtung nach Süden.
- Auf der 750-m-Sohle werden Horizontalverschiebungen in verschiedenen Richtungen erfasst. Die Punkte im Bereich der Nordflanke registrieren im langfristigen Trend Bewegungen nach Südosten und laufen hiermit parallel zum Streichen des Carnallitit-Baufeldes. Die Verschiebungen an den anderen Punkten laufen insgesamt auf das Baufeld im Sattelnern (Staßfurt-Steinsalz) zu. Nur der Punkt im östlichen Bereich der nördlichen Richtstrecke nach Osten zeigt seit 2009 eine Bewegung nach Nordosten. Im Jahr 2017 werden an den meisten Punkten Verschiebungen nach Nordosten gemessen.

Die Messergebnisse für den Messzeitraum 2017 zeigen insgesamt eine Fortsetzung der bisher registrierten Verschiebungen seit 2009. Oberhalb der 725-m-Sohle zeigen die Ergebnisse überwiegend in Richtung des Baufelds an der Südflanke.


Auf der 750-m-Sohle laufen die Verschiebungsvektoren der nördlich gelegenen Punkte parallel zum Streichen des Carnallitit-Baufeldes nach Südosten, während die anderen Punkte sich auf das Baufeld im Sattelnern zu bewegen.

Für die Messepoche 2016-2017 werden z. T. vom langfristigen Trend abweichende Verschiebungsrichtungen nach Nordosten auf mehreren Sohlen beobachtet.

## 2.2.4 Schachtlotungen und Teufenmessungen

Im Schacht Asse 2 wurde eine Schachtlotung zur Übertragung der Koordinaten nach unter Tage durchgeführt [14].

Die Teufenmessungen ergaben, dass die Vorbausäule seit 2004 um 12 mm gedehnt wurde. In der Messepoche 2016–2017 wurde keine Längenänderung festgestellt (Messepoche 2015–2016: 2 mm

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 26

Dehnung). Seit 2004 werden für die einzelnen Messepochen Bewegungen der Vorbausäule von 17 mm Dehnung bis 17 mm Stauchung beobachtet. Damit liegen die jetzigen Werte innerhalb der bisher beobachteten Bandbreite. Die beobachteten schwankenden Werte können messtechnisch bzw. durch Temperatureffekte beeinflusst sein.

Die Teufenmessungen an den Vermarkungspunkten im unausgebauten Schacht zeigen, dass sich der Bereich zwischen 605 m Teufe und 701 m Teufe sich in der gesamten Messepoche 2004-2017 im Mittel senkte. Der Punkt in 740 m Teufe zeigt hingegen für diesen Zeitraum Hebungen. Im Zeitraum 2016-2017 wurden bis in 676 m Teufe Senkungen von 4 bis 10 mm registriert. Die tiefer gelegenen Punkte bei 701 m Teufe und 740 m Teufe zeigten Hebungen von jeweils 8 mm und 6 mm. Bei 605 m und 655 m Teufe wurden am Ende der Messepoche 2012-2013 die maximalen Senkungen mit jeweils 244 mm und 84 mm registriert. Im folgenden Jahr wurden Hebungen beobachtet und seitdem wieder Senkungen. Die Punkte in 676 m und 701 m Teufe zeigten seit 2004 mehrmals Hebungen und Senkungen. Dahingegen werden am Punkt bei 740 m fast durchgehend Hebungen beobachtet.


Die Längenänderungen (vertikale Konvergenzen) zwischen diesen Punkten zeigen, dass der gesamte Abschnitt von 605 bis 740 m Teufe seit 1983 um ca. 631 mm gestaucht wurde, was einer durchschnittlichen Verformungsrate (bezogen auf die vertikale Länge des betrachteten Schachtabchnittes) von 0,14‰/a entspricht. Die Verformungsrate für die Messepoche 2016–2017 beträgt ca. 0,09‰/a. In diesem Zeitraum wurden die höchsten Verformungsraten mit 0,11‰/a im Abschnitt von 676 bis 701 m Teufe registriert.

Im Bereich um die Füllorte von Schacht Asse 4 werden Lagemessungen an Polygonpunkten auf der 490- und der 750-m-Sohle durchgeführt [14]. Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Bereich um den Füllort auf der 490-m-Sohle im Jahr 2017 um 5 mm gesenkt hat. Im Vergleich zu den Messungen aus den Vorjahren ist dies weiterhin ein degressiver Trend. Die Messungen der Höhenänderung um den Füllort auf der 750-m-Sohle ergaben Hebungen von 18 mm. Die Punkte auf der 490-m-Sohle zeigen im langfristigen Trend (Messepoche 2009-2017) Bewegungen in Richtung Südwesten. Auf der 750-m-Sohle werden Bewegungen im langfristigen Trend nach Südosten registriert und damit parallel zum Streichen des Carnallit-Baufeldes, vergleichbar zum allgemeinen Trend in diesem Bereich auf der 750-m-Sohle.

## 2.2.5 Querschlägige Extensometermessungen im Baufeld an der Südflanke

Zur Erfassung der gebirgsmechanischen Reaktionen im Tragsystem des Grubengebäudes wurden bereits im Jahre 1981 beginnend in den Pfeilern der Südflanke Extensometer installiert, die bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt die querschlägigen Verformungen der Pfeiler zweimal täglich messtechnisch erfassen. Die Extensometer messen vom Grundprinzip her Relativverschiebungen in horizontal-querschlägiger Richtung, d. h., sie erfassen überwiegend die horizontalen Pfeilerstauchungen in ca. Nord-Süd-Richtung.

Für diesen Bericht stehen die Werte von insgesamt 25 Extensometern zur Verfügung. Das Extensometer in der Pfeilerreihe 4/5 im Sohlenniveau auf der 637-m-Sohle lieferte nur bis zum 19.12.2017 Werte. In der Pfeilerreihe 6/7 auf der 637-m-Sohle liefert das Extensometer bereits seit dem 01.12.2016 keine Daten mehr und wird für diesen Bericht nicht mehr aufgeführt. Beide Extensometer wurden Anfang 2018 dauerhaft deaktiviert, so dass zum Berichtsstand im Vergleich zum Vorjahr zwei Extensometermessstellen weggefallen sind und das Messstellennetz derzeit aus insgesamt 24 Extensometern besteht (s. Anhang 1.1).


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 27

Die Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten wird wie im Vorjahr durch die jeweilige Lage des Pfeilers und somit der Messstelle im Baufeld bestimmt. Erwartungsgemäß werden höhere Raten im Baufeldzentrum (50 bis 73 mm/a) verzeichnet und die Baufeldrandbereiche werden eher durch niedrigere Stauchungsraten (2 bis 46 mm/a) bestimmt. Aus der zeitlichen Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten lässt sich ableiten, dass die gegenwärtigen Verschiebungsraten weiterhin auf einem hohen Niveau liegen (s. Anhang 3.2 auf Blatt 247 bis Blatt 256). Dennoch dokumentieren die Messungen im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr weiterhin einen degressiven Trend in den jährlich gemittelten Stauchungsraten (s. Anhang 3.2 auf Blatt 247). Dabei ist wie im Vorjahr der Rückgang weiterhin gleichbleibend abgeschwächt. Im Westflügel sind die Stauchungsraten weiterhin degressiv und der Trend aus dem Jahr 2015 zu konstanten Stauchungsraten hat sich – wie schon in 2016 – auch 2017 nicht fortgesetzt. Der degressive Trend im Ostflügel setzte sich insgesamt noch fort. Die geringen Zunahmen der querschlägigen Stauchungsraten im Pfeiler 8/9-10 auf der 700-m-Sohle sowie im Pfeiler 6/7 auf der 511-m-Sohle aus dem Jahr 2016 haben sich 2017 nicht fortgesetzt. Bei beiden Extensometern konnte im Jahr 2017 eine Abnahme der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten registriert werden. Nach der Fertigstellung der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 7 und 8 Anfang 2015 konnte für das Jahr 2016 ein besonders starker Rückgang der Stauchungsraten von ca. 14 mm/a an der Messstelle im Pfeiler 7/8 auf der 658-m-Sohle beobachtet werden. Dieser Trend hat sich im Jahr 2017 nicht fortgesetzt, so dass an diesem Extensometer eine deutliche Zunahme der querschlägigen Stauchungsraten von ca. 10 mm/a für das Jahr 2017 zu beobachten ist. Ein geringer Anstieg in den querschlägigen Stauchungsraten wurde bei dem Extensometer westlich der Abbaureihe 2 zwischen der 511- und 532-m-Sohle registriert.

Im Gegensatz zu den jährlich gemittelten Stauchungsraten für das gesamte Jahr 2017, konnte seit Mitte 2017 insbesondere im Bereich der Pfeilerstauchungsmaxima ein deutlicher Anstieg der querschlägigen Stauchungsraten beobachtet werden (s. Anhang 3.2 auf Blatt 248 bis Blatt 255). Dabei lässt sich in fast allen Extensometern ein Anstieg von 1 bis 6 mm/a im Zeitraum von einem halben Jahr beobachten. Aus den Zeitreihen ist zu erkennen, dass es in den letzten Jahren immer mal wieder zu Schwankungen in querschlägigen Stauchungsraten gekommen ist. Dies war allerdings oftmals auf ein oder mehrere Extensometer beschränkt. Eine ansteigende Entwicklung aller Extensometer wurde letztmalig Anfang 2013 und Ende 2015 beobachtet (s. Anhang 3.2 auf Blatt 263 bis Blatt 264). Aus den aktuellen Zeitreihen ist zu erkennen, dass sich dieser Trend weiter fortsetzt. Zum Berichtsstand zeichnet sich wieder ein degressiver Trend bei den querschlägigen Pfeilerstauchungsraten ab. Diese Entwicklung ist, bis auf das Extensometer in der Pfeilerreihe 8/9 auf der 658-m-Sohle, bei allen Extensometern zu beobachten. Dennoch liegen die querschlägigen Pfeilerstauchungsraten weiterhin auf einem höheren Niveau als vor dem beobachteten Anstieg, so dass die Entwicklung weiterhin beobachtet werden muss.

Aus den Ergebnissen der Extensometermessungen und daraus berechneten querschlägigen Pfeilerstauchungsraten lassen sich interpolierte Isolinien gleicher querschlägiger Pfeilerstauchungsraten über das gesamte Baufeld der Südflanke konstruieren (s. Anhang 3.2 auf Blatt 257 bis Blatt 262). Aus diesen Darstellungen sind zeitliche und lokale Unterschiede in den Pfeilerstauchungen, insbesondere in den Bereichen maximaler Pfeilerstauchungen, ersichtlich.

Zu Beginn der 1990er Jahre betragen die maximalen querschlägigen Pfeilerstauchungsraten im Westflügel bis zu 148 mm/a und im Ostflügel bis zu 190 mm/a mit einer Tendenz zu weiter steigenden Stauchungsraten (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 257) [16]. Im Zuge der Verfüllung der Abbaue der Südflanke setzte seit dem Jahr 2000 eine degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten ein (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 258). Daraufhin betrug im Jahr 2009 die maximale Pfeilerstauchungsrate im Ostflügel im Pfeiler 6/7 auf der 553-m-Sohle 120 mm/a (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 259). Die maximale Stauchungsrate im Westflügel wurde im Jahr 2009 in Höhe Pfeiler 3/4, ebenfalls auf der 553-m-Sohle, mit ca. 100 mm/a erfasst. Beide Maxima werden durch den Hauptpfeiler 4/5 getrennt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 28

Die Stauchungsraten aus dem Jahr 2017 befanden sich mit ca. 20 bis 80 mm/a in einem vergleichbaren Bereich zu denen, die vor der Feststellung von Schwebendurchbrüchen und des Lösungszutritts ins Grubengebäude erfasst wurden (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 256 und Anhang 3.2 auf Blatt 261). Im Ostflügel betragen im Jahr 2017 die maximalen Pfeilerstauchungsraten 73 mm/a im Bereich des Pfeilers 7/8 (595-m-Sohle) sowie im Bereich des Pfeilers 6/7 (532-m-Sohle). Im Westflügel wurden im Pfeiler 3/4 maximale Pfeilerstauchungsraten von 70 mm/a im Bereich der Abbaue 3 und 4 auf der 553-m-Sohle erfasst, welche noch nicht mit Sorelbeton nachverfüllt sind (Firstspaltverfüllung). Wie schon aus den Zeitreihen der Entwicklung der querschlägigen Stauchungsraten zu erkennen ist, sind die aktuellen Pfeilerstauchungsraten auf einem höheren Niveau, als die im Jahr 2017 (s. Anhang 3.2 auf Blatt 262).

In der Tabelle 2.2 sind die Maxima der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten im Ost- und Westflügel des Baufelds an der Südflanke in den jeweiligen Zeiträumen gegenübergestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass in den Jahren 2010 bis 2016 die Unterschiede in den Pfeilerstauchungsraten zwischen West- und Ostflügel konstant geblieben sind und sich gleichförmig degressiv verhalten haben. Im Jahr 2017 haben sich die Unterschiede erstmals verringert. Die höheren Pfeilerstauchungsraten im Ostflügel zwischen 1990 und 2009 sind auf dessen größere Spannweite (fünf vollständig aufgefahrene Abbaureihen ab der 511-m-Sohle) und einen größeren Durchbauungsgrad (Nebenabbaue nördlich der Südflanke) zurückzuführen.

Tabelle 2.2: Zeitliche Entwicklung der Maxima der Pfeilerstauchungsraten


Zeitraum	Westflügel [mm/a]	Ostflügel [mm/a]
02/1989–02/1990	148	190
02/2000–02/2001	159 <sup>(1)</sup>	180
08/2008–08/2009	101	120
01/2010–01/2014	90	94
01/2016–01/2017	72	76
01/2017–01/2018	70	73

<sup>(1)</sup> Neuinstrumentierung im Pfeiler 3/4 (553-m-Sohle)

Am oberen Baufeldrandbereich – von der 511- bis zur 532-m-Sohle, insbesondere im Bereich des Verformungsmaximums (Abbaureihe 5–7) – wird weiterhin ein hoher Stauchungsgradient, wie im Jahr 2016, ausgewiesen, der im Übergangsbereich zum Unverritzten auf eine starke Beanspruchung der Deckgebirgsschichten hinweist und das Risiko von zunehmenden Schädigungen im Bereich der Abbaukante in sich birgt.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der Stauchungsraten lässt sich auf Grundlage der langjährigen Extensometermessreihen die querschlägige Gesamtstauchung im Baufeld an der Südflanke ableiten. Die ersten hierfür nutzbaren Extensometermesswerte wurden im Jahr 1981 erhoben. Aus den Messwerten von 1981 bis zum Berichtsstand wurde die Gesamtstauchung berechnet. Für den Bereich der Baufeldmitte (553- bis 637-m-Sohle) kann das Jahr 1961 als repräsentativ für das Ende der Abbauphase angesetzt werden. In erster Näherung kann für den Zeitraum 1981 bis 1985 von konstanten Pfeilerstauchungsraten ausgegangen werden (s. Anhang 3.2 auf Blatt 256). Wird dieser stationäre Verformungsprozess auch für den Zeitraum von 1961 bis 1981 zugrunde gelegt, ergibt sich die Gesamtstauchung wie folgt:

- Für den Ostflügel kann die Gesamtstauchung aus den Extensometermessreihen im Pfeiler 5/6 auf der 616-m-Sohle und Pfeiler 7/8 auf der 595-m-Sohle abgeleitet werden. Demnach ergibt sich für den Ostflügel eine Gesamtstauchung von ca. 5 bis 6 m.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 29
-------------------------------------------------	-----------

- Für den Westflügel lässt sich die Stauchung aus den Messreihen der Pfeiler 3/4 auf der 553- und 637-m-Sohle ermitteln. Die Ergebnisse zeigen eine Gesamtstauchung des Westflügels von ca. 3 bis 4 m.


## 2.2.6 Inklinometermessungen und Inspektion der Inklinometerbohrungen

Zur Erfassung von querschlägigen Scherverformungen und vertikalen Verschiebungen werden an exemplarischen Stellen in den Pfeilern im Baufeld an der Südflanke in unverrohrten Bohrungen Inklinometermessungen durchgeführt. Zusätzlich erfolgt eine Videoinspektion der Bohrungen. Die Messungen wurden im Dezember 2017 in 12 Bohrungen durchgeführt [17]. Aufgrund der eingeschränkten Zugänglichkeit wurden die visuellen Beobachtungen und Inklinometermessungen im Pfeiler 6/7 auf der 532-m-Sohle – wie bereits in 2015 und 2016 – auch in 2017 nicht durchgeführt.

Seit dem Jahr 2013 wird die Multifunktionssonde, die für die Inklinometermessungen eingesetzt wird, einmal jährlich kalibriert. So ist ein zuverlässigerer Vergleich der Verformungsverläufe zu den Vormessungen möglich. Aufgrund der Messungen in unverrohrten, zum Teil stark geschädigten und deformierten Bohrungen ist eine detaillierte quantitative Analyse derzeit noch nicht möglich.

Die Ergebnisse aus den Inklinometermessungen und visuellen Beobachtungen weisen auf eine starke Entfestigung der Pfeiler hin und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Pfeilerreihe 2/3:** Die beginnende elliptische Verformung der Bohrungen (s. Anhang 3.3, Bild 1 auf Blatt 265), die vermehrte Rissbildung in den Bohrlochkonturen sowie Feuchtigkeit (s. Anhang 3.3, Bild 2 auf Blatt 265) weisen auf die sehr starke Beanspruchung der Pfeilerreihe 2/3 hin. Alle Bohrungen wurden Ende der 1990er Jahre erstellt.
- Pfeilerreihe 3/4:** In der Bohrung auf der 553-m-Sohle (erstellt: 1997) wurden beanspruchte Bereiche (keine offenen Risse), elliptische Bohrlochkonturen und Feuchtigkeit detektiert. Zudem wird im Jahr 2017 salinare Lösung im ersten Meter beobachtet.
- Pfeilerreihe 4/5:** Die Inspektion der Bohrung im betonierten Querschlag zum Blindschacht 2 auf der 553-m-Sohle zeigt Risse in den Abschnitten 17 bis 19 m und von 30 bis 45 m (s. Anhang 3.3, Bild 3 auf Blatt 265). Auf der 637-m-Sohle im ebenfalls betonierten Querschlag wurden beanspruchte Bereiche (keine offenen Risse) detektiert. Im Bohrlochabschnitt bei ca. 36 m wurde Feuchtigkeit detektiert (s. Anhang 3.3, Bild 4 auf Blatt 265). Bei ca. 46 m Bohrlochteufe erfolgt der kraftschlüssige Übergang vom Sorelbeton zum Steinsalz, eine beginnende elliptische Verformung des Bohrlochs ist erkennbar. Beide Bohrungen wurden 2013 erstellt.
- Pfeilerreihe 5/6:** In der Bohrung auf der 616-m-Sohle (erstellt: 2014) wurden bei 44 m Bohrlochtiefe Ausblühungen und Feuchtigkeit detektiert.
- Pfeilerreihe 6/7:** Auf der 574-m-Sohle (Bohrung 574007, erstellt: 2014) wurden im Bohrlochabschnitt von 25 bis 27 m und bei 46 m Risse, Kontorausbrüche und beanspruchte Bereiche festgestellt. In der im Jahr 2013 neu erstellten Bohrung 637011 (637-m-Sohle) zeigen die Inspektionsergebnisse keine offenen Risse. Auf der 700-m-Sohle (Pfeiler: 12/13) wurden Ausblühungen und Risse detektiert.
- Pfeilerreihe 7/8:** Die im Jahr 2014 neu erstellte Bohrung 595006 (595-m-Sohle) zeigt in den Bohrlochabschnitten bei 21 m und von 26 bis 30 m zahlreiche Rissbildungen und Kontorausbrüche entlang der Bohrlochachse (s. Anhang 3.3, Bilder 5 bis 6, auf Blatt 265).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 30
-------------------------------------------------	-----------

Pfeilerreihe 8/9: Im Jahr 2014 wurde eine neue Bohrung von der 595-m-Sohle erstellt. Die Inspektionsergebnisse aus 2017 zeigen keine offenen Risse oder Feuchtigkeit.

### 2.2.7 Konvergenzmessungen

Zur Erfassung von Hohlraumverformungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse II werden seit 1991 in ausgewählten Strecken (z. B. Wendelstrecke und Abbaubegleitstrecken) Konvergenzmessungen durchgeführt [18]. Diese werden durch Längenänderungsmessungen in querschlägiger, streichender und vertikaler Richtung in ausgewählten Abbauen und Infrastrukturräumen ergänzt [19]. Die aus den Konvergenzmessungen berechneten Konvergenz- und Verformungsraten sind von erheblicher Bedeutung zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Infrastrukturräumen, Streckenbereichen sowie weiterer Grubenräume und werden im Rahmen der Überwachung der Monitoringbereiche (s. Kapitel 4 auf Blatt 66) und für eine Bewertung der Gebrauchstauglichkeit des Grubengebäudes herangezogen.

Für das Jahr 2017 sind folgende Änderungen im Konvergenz-Messstellennetz zu betrachten (s. Anhang 1.1):

- Neuinstrumentierung von 4 Messquerschnitten: zwei im Abbau 3/490 auf der 490-m-Sohle, einer im Bereich der Hauptfassungsstelle auf der 658-m-Sohle und einer in der Wendelstrecke von der 775- zur 800-m-Sohle;
- Erweiterung eines Messquerschnittes in der Wendelstrecke auf der 725-m-Sohle um eine weitere horizontale Messrichtung;
- Wegfall von zwei Messquerschnitten: einer im Abbau 3/490 auf der 490-m-Sohle im Zuge der Fertigstellung des Stützbauwerkes an Lösungsbecken 1 und einer im Querschlag zu Gesenk 10 auf der 700-m-Sohle im Zuge von Verfüllmaßnahmen im Rahmen der Notfallvorsorge.

Die Messergebnisse für das Jahr 2017 stellen sich wie folgt dar.

### Messergebnisse – Streckenkonvergenzen


Für die zu betrachtenden Instrumentierungsbereiche

- Südflanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle),
- Südflanke Söhlige Strecken (490- bis 725-m-Sohle),
- Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle),
- Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle) und
- Südflanke Streckensysteme (750-m-Sohle),

können aus den Messergebnissen die Bandbreiten der Konvergenz- und Verformungsraten angegeben werden.

Diese sind in Tabelle 2.3 auf Blatt 33 und Tabelle 2.4 auf Blatt 34 für charakteristische Bereiche im Grubengebäude der Schachanlage Asse II zusammengestellt. Die gemessenen Konvergenzen sind wesentlich geprägt durch die Lage der Messstellen im Grubengebäude (Teufenlage und gebirgsmechanische Beeinflussung durch ihre Lokalisation auf der jeweiligen Sohle). Die höchsten Verformungsraten werden i. d. R. im Carnallitit gemessen. Zudem werden im Durchschnitt in vertikaler Richtung größere



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 31
-------------------------------------------------	-----------

Konvergenzen als in horizontaler Richtung beobachtet. Im Jahr 2017 wurden die höchste Konvergenzrate (20 mm/a) am Messquerschnitt in der Wetterstrecke zum Schacht 2 auf der 700-m-Sohle registriert. Die höchste Verformungsrate mit 4,5 ‰/a kann in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau auf der 700-m-Sohle beobachtet werden.

Generell kann eine Zunahme der Konvergenzrate mit zunehmender Teufe im Baufeld der Südflanke beobachtet werden. Durch die unterschiedlichen Lokationen der Messstellen (Querschnitt, Kontur, Geologie) und Dauer der offenen Standzeit der Strecken lassen sich aber auch in tieferen Teufen noch deutliche Unterschiede in den Konvergenzraten beobachten. Die Messstellen, die im direkten Einflussbereich eines Abbaues liegen (d. h. in durch Auflockerungen entlasteten Bereichen), zeigen i. d. R. vergleichsweise geringe Konvergenzraten und die vertikalen Konvergenzraten sind dort meistens größer. Dies liegt vor allem an der Spannungssituation im Umfeld der Abbaue. Aufgrund ihres vergleichsweise großen Hohlraumvolumens und höheren Konvergenzraten in den Abbauen, werden in den Strecken, die im direkten Einflussbereich eines Abbaus liegen, insbesondere die horizontalen Konvergenzen abgeschwächt. In den Strecken, die weiter entfernt von den Abbauen liegen, weisen hohe Konvergenzraten daher auf stärker beanspruchte Bereiche hin, wie z. B. im Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle. Dies kann durch die exponierte Lage der Messstellen in hoch durchbauten Bereichen, z. B. in gering dimensionierten Pfeilern zwischen zwei Baufeldern, begründet sein sowie mit zunehmender Teufe erklärt werden. Weiterhin wirken sich die unterschiedlichen gebirgsmechanischen Eigenschaften der anstehenden Salzgesteine deutlich auf das Verformungsverhalten aus. Eine qualitätsgerechte Aussage zur gebirgsmechanischen Beanspruchung der jeweiligen Bereiche im Grubengebäude lässt sich allerdings nur unter Berücksichtigung und Zusammenstellung weiterer geotechnischer, geophysikalischer sowie visueller Befunde treffen.

### Messergebnisse – Konvergenz in den Abbauen und Werkstätten


Die Konvergenzmessungen in den Abbauen werden in folgende Instrumentierungsbereiche unterteilt:

- Südflanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle),
- Sattelkern ELK 7/725 (Na2).

Die Tabelle 2.3 auf Blatt 33 und Tabelle 2.4 auf Blatt 34 zeigen auch die Ergebnisse zu den Konvergenzmessungen in den Abbauen und Werkstätten. Hier werden die Messwerte – zum Teil aus [19] – zu den Abbauen 3/490, 4/490, 8/490, 2/511, ELK 7/725 (Na2) sowie zur E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle herangezogen.

Die jährlichen horizontalen Konvergenzraten für das Jahr 2017 in den Abbauen am oberen Baufeldrand und auf der 725-m-Sohle befinden sich in einer Bandbreite von –0,1 bis 24,1 mm/a (Verformungsrate von –0,01 bis 0,6 ‰/a) [18]. Die leichte Divergenz wurde an den im Mai 2014 eingerichteten Messpunkten in der E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle erfasst.

Vertikale Konvergenzen werden nur im Abbau 3/490 gemessen. Diese stellen eine besondere Situation dar, da die Messpunkte nicht in der Sohle, sondern im aufgeschütteten konsolidierten Salzversatz auf den Dämmen zwischen den Lösungsspeicherbecken vermarktet sind. Aufgrund der Sohlenhebung im Bereich der Lösungsbecken sind hier auch die höchsten Konvergenzraten von maximal 34,6 mm/a (am östlichen Damm des Abbaus 3/490) zu beobachten. Für das Jahr 2017 werden im Durchschnitt Konvergenzraten von 24,7 mm/a (Verformungsrate von 5,8 ‰/a) beobachtet. Dabei bezieht sich die berechnete Verformungsrate auf die derzeitige Messstrecke, die von der Oberkante des Salzversatzes auf den Dämmen bis zur Firste verläuft. Bezieht man die Konvergenzrate auf das im Risswerk angegebene Sohlenniveau, so ergibt sich eine durchschnittliche Verformungsrate von ca. 1,8 ‰/a. Im

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 32
-------------------------------------------------	-----------

Vergleich zum Jahr 2016 ist an einem Messquerschnitt ein geringfügiger Anstieg der Konvergenzrate von 0,4 mm/a festzustellen. An den drei weiteren Messquerschnitten ist jeweils ein Rückgang von ca. -0,7 bis -2,9 mm/a zu beobachten.

Diese in ausgewählten Abbauen erfassten Konvergenzraten werden ergänzt durch Pfeilerstauchungsraten, die ebenfalls die querschlägige Stauchung des Tragsystems erfassen, und dienen der Abschätzung einer Abbaukonvergenzrate bzw. Volumenkonvergenzrate. Diese Ergebnisse werden u. a. für die Bilanzierung der aktuellen Hohlraumvolumina benutzt [20].

## Fazit

Insgesamt sind im Jahr 2017 wenig Veränderungen in der Entwicklung der Konvergenzraten (s. Tabelle 2.3) und den auf den Hohlraumquerschnitt bezogenen Verformungsraten (s. Tabelle 2.4) im Vergleich zum Jahr 2016 festzustellen. Neben den, aufgrund des großen Hohlraumvolumens, hohen Konvergenzen in den Abbauen und Infrastrukturräumen, sind in folgenden Bereichen im Grubengebäude hohe Konvergenzraten an mehreren Messquerschnitten erfasst worden:

- die im K2C stehende Richtstrecke nach Osten im Firstniveau auf der 700-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.5 auf Blatt 123).
- die stark durchbauten Bereiche:
  - auf der 725-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.6 auf Blatt 137):
    - \* Richtstrecke nach Westen im Sohlenniveau (Gleitbogenstrecke)
    - \* Querschlag nach Norden
  - Füllort Schacht 2 (vgl. Abschnitt 4.7 auf Blatt 149) und Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.8 auf Blatt 159)

*Tabelle 2.3: Abgeleitete Bandbreiten der Konvergenzraten für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2016 und 01.11.2017*

Instrumentierungsbereich	2016				2017			
	Konvergenzrate		Konvergenzrate Mittelwert		Konvergenzrate		Konvergenzrate Mittelwert	
	[mm/a]		[mm/a]		[mm/a]		[mm/a]	
	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal
1 Südfanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle)								
• Steinsalz	-0,57 <sup>(1)</sup> – 24,95 <sup>(2)</sup>	19,45 – 36,95 <sup>(3)</sup>	9,53	25,85	-0,13 – 24,05 <sup>(4)</sup>	19,82 – 34,63 <sup>(3)</sup>	8,11	24,69
2 Südfanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle)								
• Steinsalz	0,02 <sup>(5)</sup> – 7,56	-0,33 <sup>(6)</sup> – 3,79	2,35	1,38	0,30 – 6,65	0,58 – 3,13	2,16	1,29
• Carnallit	2,34 – 13,79	3,62 – 13,40	7,29	7,85	2,22 – 13,86	2,62 – 14,35	6,95	7,83
3 Südfanke Söhlige Strecken <sup>(7)</sup> (490- bis 725-m-Sohle)								
• Steinsalz	-0,20 <sup>(8)</sup> – 15,88	1,26 – 13,26	4,71	4,44	-0,04 <sup>(8)</sup> – 17,72	0,99 – 11,21	4,99	3,65
• Carnallit	6,90 – 10,15	7,61 – 19,13	8,46	12,13	7,38 – 15,78	8,85 – 19,10	11,05	14,32
4 Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle)								
• Steinsalz	0,86 – 7,13	0,20 – 13,09	2,95	4,02	0,90 – 5,15	-1,02 – 11,91	3,40	3,96
• Carnallit	0,77 – 6,23	2,25 – 6,86	3,14	4,15	1,13 – 20,47 <sup>(9)</sup>	2,12 – 17,09 <sup>(9)</sup>	6,78	6,96
5 Sattelkern ELK 7725 (Na2) (725-m-Sohle)								
• Steinsalz	4,39 <sup>(10),(11)</sup>	–	–	–	7,61 <sup>(11)</sup>	–	–	–
6 Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle)								
• Steinsalz	10,51 <sup>(12)</sup> – 15,10	–	12,56	–	3,09 – 15,58	–	8,95	–
7 Südfanke Streckensysteme (750-m-Sohle)								
• Steinsalz	8,84 <sup>(11)</sup>	–	–	–	7,46 <sup>(11)</sup>	–	–	–
8 Carnallit-Baufeld Streckensysteme (700- und 750-m-Sohle)								
• Carnallit	14,25 <sup>(11),(13)</sup>	22,58 <sup>(11),(13)</sup>	–	–	– <sup>(14)</sup>	–	–	–

(1) Divergenz (E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle, Messstrecke 4925-4926 und 4927-4928).

(2) Ab 2016 werden auch die Messwerte in horizontal streichender Richtung berücksichtigt.

(3) Die vertikalen Konvergenzen werden nur im Abbau 3/490 erfasst.

(4) Divergenz (E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle, Messstrecke 4927-4928).

(5) Verformungsrate von 0,0036 %/a in der Wendelstrecke auf der 532-m-Sohle (Messquerschnitt K004).

(6) Leichte Divergenz – Wendelstrecke 532-m-Sohle, Zufahrt zur Abbaubegleitstrecke, nördlich Abbau 2/532.

(7) Abbaubegleitstrecken und die Querschläge auf der 700-m-Sohle zum BS3 sowie 725-m-Sohle nach Norden.

(8) leichte Divergenz in der Abbaubegleitstrecke im Bereich Abbau 7/616 (Messquerschnitt K010).

(9) Neuer Messquerschnitt K046 in der Wetterstrecke z. Schacht 2 auf der 700-m-Sohle.

(10) Die horizontalen Konvergenzen werden nur in querschlägiger Richtung erfasst.

(11) Nur eine Messstrecke aktiv.

(12) Drei neue Messstrecken auf der 750-m-Sohle seit 01/2016 im Messbetrieb. Die beiden Messstrecken im Querschlag zum Hauptgrubenlüfter werden ab 2017 berücksichtigt.


(13) Messstelle K19, Bauwerk SB-700-2.

(14) Messungen 01/2017 beendet.

*Tabelle 2.4: Abgeleitete Bandbreiten der Verformungsdaten für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2016 und 01.11.2017*

Instrumentierungsbereich	2016				2017			
	Verformungsdaten		Verformungsdaten Mittelwert		Verformungsdaten		Verformungsdaten Mittelwert	
	[%/a]		[%/a]		[%/a]		[%/a]	
	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal
1 Südflanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle)								
• Steinsalz	-0,03 <sup>(1)</sup> – 0,61 <sup>(2)</sup>	4,21 – 8,91 <sup>(3),(4)</sup>	0,23	6,11 <sup>(4)</sup>	-0,01 – 0,59 <sup>(5)</sup>	4,29 – 8,35 <sup>(3),(4)</sup>	0,20	5,84 <sup>(4)</sup>
2 Südflanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle)								
• Steinsalz	0,00 <sup>(6)</sup> – 0,86	-0,07 <sup>(7)</sup> – 0,76	0,28	0,28	0,05 – 0,75	0,12 – 0,62	0,25	0,26
• Carnallit	0,33 – 2,01	0,75 – 2,73	1,05	1,54	0,31 – 1,86	0,55 – 2,93	0,99	1,54
3 Südflanke Söhlige Strecken <sup>(8)</sup> (490- bis 725-m-Sohle)								
• Steinsalz	-0,03 <sup>(9)</sup> – 1,66	0,27 – 2,68	0,66	0,88	-0,01 <sup>(9)</sup> – 1,86	0,21 – 2,27	0,68	0,72
• Carnallit	0,92 – 1,88	1,72 – 4,62	1,37	2,84	1,16 – 2,94	1,99 – 4,45	1,84	3,08
4 Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle)								
• Steinsalz	0,22 – 1,22	0,05 – 2,36	0,49	0,83	0,24 – 0,79	-0,19 – 2,15	0,56	0,81
• Carnallit	0,12 – 0,94	0,42 – 1,37	0,47	0,81	0,17 – 4,01 <sup>(10)</sup>	0,42 – 3,64 <sup>(10)</sup>	1,18	1,41
5 Sattelkern ELK 7/725 (Na2) (725-m-Sohle)								
• Steinsalz	0,27 <sup>(11),(12)</sup>	–	–	–	0,47 <sup>(12)</sup>	–	–	–
6 Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle)								
• Steinsalz	1,58 <sup>(13)</sup> – 2,13	–	1,84	–	0,62 – 2,20	–	1,41	–
7 Südflanke Streckensysteme (750-m-Sohle)								
• Steinsalz	1,07 <sup>(12)</sup>	–	–	–	0,90 <sup>(12)</sup>	–	–	–
8 Carnallit-Baufeld Streckensysteme (700- und 750-m-Sohle)								
• Carnallit	2,49 <sup>(12),(14)</sup>	4,82 <sup>(12),(14)</sup>	–	–	– <sup>(15)</sup>	–	–	–

(1) Divergenz (E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle, Messstrecke 4925-4926 und 4927-4928).  
 (2) Ab 2016 werden auch die Messwerte in horizontal streichender Richtung berücksichtigt.  
 (3) Die vertikalen Konvergenzen werden nur im Abbau 3/490 erfasst.  
 (4) Die vertikalen Verformungsdaten beziehen sich auf die Länge der Messstrecke. Bezogen auf ein mittleres Sohlenniveau ergeben sich Verformungsdaten von 1,4 bis 2,5 %/a.  
 (5) Divergenz (E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle, Messstrecke 4927-4928).  
 (6) Verformungsrate von 0,0036 %/a in der Wendelstrecke auf der 532-m-Sohle (Messquerschnitt K004).  
 (7) Leichte Divergenz – Wendelstrecke 532-m-Sohle, Zufahrt zur Abbaubegleitstrecke, nördlich Abbau 2/532.  
 (8) Abbaubegleitstrecken und die Querschläge auf der 700-m-Sohle zum BS3 sowie 725-m-Sohle nach Norden.  
 (9) leichte Divergenz in der Abbaubegleitstrecke im Bereich Abbau 7/616 (Messquerschnitt K010).  
 (10) Neuer Messquerschnitt K046 in der Wetterstrecke z. Schacht 2 auf der 700-m-Sohle.  
 (11) Die horizontalen Konvergenzen werden nur in querschlägiger Richtung erfasst.  
 (12) Nur eine Messstrecke aktiv.  
 (13) Drei neue Messstrecken auf der 750-m-Sohle seit 01/2016 im Messbetrieb. Die beiden Messstrecken im Querschlag zum Hauptgrubenlüfter werden ab 2017 berücksichtigt.  
 (14) Messstelle K19, Bauwerk SB-700-2.  
 (15) Messungen 01/2017 beendet.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 35
-------------------------------------------------	-----------

## 2.3 Versatzdruckmessungen

### 2.3.1 Messziel

Ziel der Versatzdruckmessungen ist die Erfassung, ob und in welchem Maße sich ein Versatzdruck in den versetzten Abbauen im Baufeld an der Südflanke aufbaut, der dem Entfestigungsprozess in den Tragelementen entgegenwirkt und das Tragsystem insgesamt stabilisiert.

### 2.3.2 Messsysteme

Da die Stützwirkung des eingebrachten Versatzes von erheblicher Bedeutung für die Stabilisierung des Tragsystems ist, wurden Versatzdruckmesssysteme in sieben Abbauen auf der 616-m-Sohle und je eins in den Abbauen 7/595, 7/637, 7/658 und 9/637 instrumentiert (s. Anhang 1.1 auf Blatt 199). In jedem der Abbaue wurden jeweils zwei Messquerschnitte eingerichtet. Ein Messquerschnitt besteht aus einer Versatzdruckmonitorstation (VM) und einem Versatzdruckgeber (VD). Eine Versatzdruckmonitorstation besteht jeweils aus drei Spannungsgebern, welche in einem Rahmen orthogonal nach den drei Hauptraumrichtungen ausgerichtet sind. In Anhang 4.1 auf Blatt 266 wird in Form einer Prinzipskizze der Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers aufgezeigt.

### 2.3.3 Durchführung der Messungen

Die Versatzdruckmessungen werden seit 1998 im Baufeld der Südflanke durchgeführt. Im Rahmen dieses Berichtes wird die Versatzdruckentwicklung vom 01.01.2017 bis 31.12.2017 dokumentiert.

Von den insgesamt 88 Messstellen wurden bisher 46 Messstellen auf eine hydraulische Messwertabfrage umgestellt. Derzeit befinden sich noch 24 hydraulische und 21 pneumatische Messstellen im Routine-messbetrieb. Aufgrund von Leitungsschäden mussten einige der Spannungsgeber aufgegeben werden. Diese Defekte sind im Wesentlichen auf die erheblichen Konvergenz- und Kompaktionsprozesse des Versatzkörpers zurückzuführen. Die Messwerterfassung erfolgt automatisch im 4-Tage-Rhythmus. Die Daten werden auf dem Geotechnik-Server verwaltet. Seit Mitte 2014 erfolgt die Datenübertragung von unten nach über Tage mittels eines Lichtwellenleiterkabels.

Die Plausibilitätsprüfung der Rohdaten und Eliminierung messtechnischer Effekte erfolgt in der Regel monatlich. Die Auswertung der Versatzdruckmessungen erfolgt einmal im Quartal im Hinblick auf signifikante Veränderungen. Die Messwerte, welche aufgrund der Plausibilitätsprüfung in der Auswertung nicht berücksichtigt werden, erhalten die Kennzeichnung „inaktiv“ zum Zeitpunkt des letzten glaubhaften Messwerts. Der Verlauf der zeitlichen Druckentwicklung wird jedoch weiter beobachtet und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt wieder in die Auswertung integriert. In den graphischen Darstellungen werden die Zeitspannen von nicht berücksichtigten Werten durch eine Lücke dargestellt.

### 2.3.4 Darstellung der Messergebnisse

Für die Bewertung der Versatzdruckentwicklung wurden nur Messwerte betrachtet, die einen signifikanten Druckaufbau (größer 0,1 MPa) zeigen. Dies betrifft 26 von 45 aktiven Messstellen. Die mittleren Versatzdruckmesswerte im Berichtszeitraum (01.01.2017 bis 31.12.2017) zeigt Anhang 4.2 auf Blatt 267. Die zeitlichen Entwicklungen der Versatzdruckwerte sind beispielhaft für den Messquerschnitt 2 im

Abbau 7/595 in Anhang 4.3 auf Blatt 268 und für den Messquerschnitt 2 im Abbau 9/616 in Anhang 4.4 auf Blatt 269 dargestellt.

Aus Anhang 4.2 auf Blatt 267 ist ersichtlich, dass der Versatzdruck-Mittelwert aller signifikanten Messstellen im Berichtszeitraum bei ca. 0,3 MPa liegt.

Tabelle 2.5: Versatzdruckverteilung im Berichtszeitraum

Sohle	Abbau	Bezugs- messung	Mess- dauer [a]	Maximum			Minimum		Mittel <sup>*)</sup>	
				12/17 Betrag [MPa]	Richtung	01/17-12/17 Änderung [MPa]	12/17 Betrag [MPa]	Richtung	01/17-12/17 Betrag [MPa]	Änderung [MPa]
595-m-S	7	19.05.1998	19,6	0,24	vertikal	-0,03	0,10	hs	0,18	-0,02
616-m-S	1	11.09.1998	19,3	0,29	hq	-0,04	**)		0,29	-0,04
	2	11.09.1998	19,3	0,65	hq	0,05	0,13	vertikal	0,32	0,06
	4	19.05.1998	19,6	0,49	vertikal	-0,02	0,13	hq	0,33	0,00
	5	04.12.1997	20,1							
	7	03.12.1997	20,1	0,54	hs	-0,06	0,15	hq	0,39	-0,01
	8	14.10.1997	20,2	0,41	hq	-0,14	0,11	vertikal	0,21	-0,02
	9	19.05.1998	19,6	0,62	hs	0,13	0,10	hq	0,28	0,02
637-m-S	7	20.11.1997	20,1	0,13	hq	0,00	**)		0,12	0,00
	9	24.06.1997								
658-m-S	7	22.08.1997	20,4	0,67	hs	0,05	0,13	vertikal	0,37	0,07

\*) Mittelwert über alle Messwerte im betrachteten Zeitraum, welche > 0,1 MPa sind.


\*\*) Nur eine Messstelle mit signifikanten Werten > 0,1 MPa

	Anstieg größer 0,1 MPa		keine signifikanten Messwerte
	nahezu unverändert		Messgeräte inaktiv
	Rückgang kleiner -0,1 MPa		

### Fazit

Durch die zunehmende Verformung der Versatzkörper sind bereits erhebliche Beschädigungen an den Messsystemen festzustellen. Dies schränkt die Aussagefähigkeit der Messergebnisse insgesamt ein. Aus diesem Grund wird in Anhang 4.2 auf Blatt 267 der Mittelwert aller signifikanten Messstellen im Berichtszeitraum dargestellt. Auf diese Weise kann trotz der o. g. Einschränkungen die Versatzdruckentwicklung bewertet werden.

Aus den Versatzdruckmessungen in 10 Abbauen im Baufeld an der Südflanke ergeben sich maximale Versatzdrücke von 0,3 bis 0,7 MPa (s. Tabelle 2.5).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 37

Im Berichtszeitraum sind die mittleren Versatzdrücke (Mittelwert über die Änderungen) gegenüber dem Jahr 2016 nahezu unverändert [21].

Da inzwischen über die Hälfte der Abbaue im Baufeld der Südflanke mit Sorelbeton nachverfüllt wurden und weiterhin eine konvergenzbedingte Volumenkompaktion stattfindet, ist von einer geringfügig fortschreitenden Stützwirkung des Versatzes auf die Pfeiler auszugehen. Messtechnisch kann dies in den Versatzdrücken jedoch nicht eindeutig belegt werden. Jedoch sind die steigenden Gebirgsspannungen in streichender und vertikaler Richtung (s. Abschnitt 2.1 ab Blatt 14) ein erstes Indiz hierfür.

Der Mittelwert über alle signifikanten Messstellen beträgt für den Berichtszeitraum 0,28 MPa (2016: 0,31 MPa).

Bei dem Versatzmaterial handelt es sich um kompaktierten Salzgrus, welcher längerfristig noch keine relevanten Effektivspannungen abtragen kann. Somit sind auch weiterhin Druckabfälle in Verbindung mit Bruchvorgängen im Versatz zu erwarten. Dies betrifft insbesondere Abbaue im Westflügel des Baufeldes an der Südflanke, in denen überwiegend noch keine Firstspaltverfüllung mit Sorelbeton durchgeführt wurde.

## 2.4 Mikroseismische Überwachung


### 2.4.1 Messziele

Wesentliche Ziele der mikroseismischen Überwachung sind das frühzeitige Erkennen möglicher sicherheitlich relevanter Bruchvorgänge im Grubengebäude sowie die indirekte Beobachtung des nicht zugänglichen grubennahen Deckgebirges, um in Verbindung mit den Ergebnissen weiterer geowissenschaftlicher und markscheiderischer Messungen, Monitoring und Modellierungen eine gebirgsmechanische Gesamtbewertung des Grubengebäudes und seiner Umgebung zu ermöglichen.

Der Begriff „mikroseismisches Ereignis“ bezeichnet das Entstehen elastischer Wellen durch Deformations-, Entspannungs- und Bruchvorgänge im Gestein. Die mikroseismischen Ereignisse sind direkte Reaktionen im Tragsystem sowie im Deckgebirge auf den einwirkenden Gebirgsdruck zur Wiederherstellung des gebirgsmechanischen Gleichgewichts. Zu interpretierende Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung sind Herdorte, Herdzeitpunkte und Stärken der mikroseismischen Ereignisse. Weiterhin stützen sich die Interpretationen auf die räumliche und zeitliche Verteilung der Mikroseismizität, die kumulative Energie, die Magnituden-Häufigkeits-Verteilung und die seismische Leistung.

Die wesentlichen Ursachen der Mikroseismizität im Bereich des Grubengebäudes und seiner Umgebung sind in Zeiträumen ohne bergmännische Aktivitäten (Betriebsruhephasen) fast ausnahmslos gebirgsmechanische Riss- bzw. Mikrorissbildungen:

- Bruchvorgänge im Gesamtragsystem;
- Entstehung und Entwicklung von Schädigungsbereichen im Deckgebirge;
- Deformationen im grubennahen Deckgebirge;
- Spannungsumlagerungen infolge des ablaufenden Entfestigungsprozesses auf noch tragende Elemente und das angrenzende Deckgebirge;
- Entspannungsvorgänge im Umfeld bergbautechnischer Arbeiten.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 38

In Betriebszeiten kommen direkt durch bergmännische Aktivitäten verursachte Ereignisse hinzu, die jedoch oftmals schwierig von gebirgsmechanischen Ereignissen zu unterscheiden sind. Daher werden im Folgenden hauptsächlich in den Betriebsruhezeiten detektierte mikroseismische Ereignisse betrachtet.

Beobachtet wird der Prozess der Rissbildung, d. h., die aktuell stattfindende Schädigung durch Rissbildung. Die, den mikroseismischen Ereignissen zugrundeliegenden Prozesse, können, außer für die Tragfähigkeit des Grubengebäudes als Ganzes und lokal für arbeitssicherheitliche Bewertungen, auch für die Ausbildung von Fließwegen, relevant sein. Die mikroseismische Überwachung liefert Indizien zum Feststellen von Rissneubildungen oder Wiederaktivierung bereits vorhandener Risse, die als potentielle Fließwege in Frage kommen.

## 2.4.2 Messsystem

### Mikroseismisches Messnetz

Mit dem mikroseismischen Messnetz, bestehend aus 28 untertägigen 3-Komponenten-Sonden und einer 3-Komponenten-Sonde in der Bohrung Remlingen 6, wird die mikroseismische Aktivität im Grubengebäude und seiner Umgebung einschließlich des grubennahen Deckgebirges überwacht. Das mikroseismische Netz der Standortüberwachung ist, entsprechend der zur Erfüllung der Messziele notwendigen Sensitivität und räumlichen Auflösung, so ausgelegt, dass es zwischen typischen mikroseismischen und typischen mikroakustischen Netzen eingeordnet werden kann. Als Sensoren werden einheitlich in allen Sonden 30-Hertz-Sensoren vom Typ „SM-11“ verwendet. Die Abtastrate beträgt 3,2 kHz. Die Positionen der Mikroseismiksonden sind in Anhang 5.1 auf die Koordinatenachsen projiziert (Blatt 270) sowie auf Schnitt 1 projiziert (Blatt 271) dargestellt.


Die wesentlichen Ausfälle im Berichtszeitraum 2017 bzw. Kalenderjahr 2017 sind in Anhang 5.2 auf Blatt 272 aufgelistet. Die weiteren Ausfälle waren entweder nur sehr kurz (maximal wenige Minuten) oder betrafen nur einzelne Sonden oder nur einen Strang der teilredundant ausgelegten Erfassung (so dass es nicht zu einer Diskontinuität der Überwachung kam, da auf Daten des nicht betroffenen Strangs zurückgegriffen wurde).

### Erfassung der mikroseismischen Daten

Im März 2017 bzw. August 2017 wurden die beiden Transientenrekorder zur Aufzeichnung der Mikroseismikdaten erneuert. Als zusätzliche Funktionalität ist die Speicherung der kontinuierlichen Messdaten in Form von Minutensegmenten hinzugekommen. Zudem wurde der Speicherplatz erweitert und die absolute Genauigkeit der mit den Datensegmenten abgespeicherten Zeitstempel im August 2017 verbessert. Weitere wesentliche Änderungen an den Datenerfassungsanlagen wurden gegenüber dem mit der Erweiterung der Anlage im Februar 2011 erreichten Stand nicht vorgenommen (vgl. [21]).

Die mikroseismischen Daten werden zum einen kontinuierlich registriert und minuten- sowie stundenweise abgespeichert, zum anderen werden potentielle mikroseismische Ereignisse mittels STA/LTA-Detektor ermittelt und Seismogramme mit zwei Sekunden Vorlauf und mindestens zwei Sekunden Nachlauf separat abgespeichert. Sowohl die automatische Auswertung, als auch die nachgeschaltete manuelle Auswertung, basieren auf diesen nicht kontinuierlichen Registrierungen. Die Anzahl der Ereignisdetektionen (Triggerungen der Ereignisregistrierung durch die Erfassungscomputer) pro Monat von Juli 2007 bis Dezember 2017 ist in Anhang 5.3 auf Blatt 273 graphisch dargestellt. Der Ereignisdetektor unterscheidet nicht zwischen gebirgsmechanischen mikroseismischen Ereignissen, direkt



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 39

arbeitsbedingten Ereignissen und Störsignalen. Die Anzahl der Ereignisdetektionen hängt daher stark von der Anzahl der im betrachteten Zeitraum direkt durch bergmännische Aktivitäten hervorgerufenen Ereignisse ab. Diese erreichten im Jahr 2017, wie auch schon in 2016, mehrfach mehrere zehntausend Detektionen pro Monat.

### 2.4.3 Durchführung der Messungen

Die Mikroseismik ist ein zerstörungsfreies indirektes Messverfahren. Um aus den gemessenen Seismogrammen Ereigniszeit und Ereignisort zu bestimmen, werden nach der Ereignisdetektion zunächst die Einsatzzeiten der direkten Kompressions- und/oder der direkten Scherwellen eines mikroseismischen Ereignisses aus den gemessenen Seismogrammen von mindestens vier Stationen bestimmt. Daraus werden mittels Inversion die Ereigniszeit und der Ereignisort ermittelt [22]. Aus dem Abstand zwischen Ereignis und Sensor sowie der zugehörigen Signalamplitude wird die Magnitude berechnet. Es werden nicht nur Ereignisse in unmittelbarer Nähe der einzelnen Sonden erfasst, sondern im vom Messnetz umspannten Volumen sowie in der Umgebung des Messnetzes. Im Workflow „Messung → Auswertung → Interpretation → Bewertung“ ist zum Erhalt qualitativ hochwertiger Ergebnisse nicht nur der zweite, sondern auch der dritte Arbeitsschritt aufwändig, da die Eigenheiten des komplexen, nichtlinearen Auswerteverfahrens berücksichtigt werden müssen, die insbesondere die Genauigkeit beeinflussen. Direkt arbeitsbedingte Ereignisse, deren Anzahl die der gebirgsmechanischen Ereignisse weit übersteigen kann, müssen sorgfältig spätestens bei Interpretation aussortiert werden, was insbesondere zu Zeiten mit intensiven bergmännischen Aktivitäten nicht immer zuverlässig möglich ist.


Messdurchführung und -auswertung erfolgten im Berichtszeitraum 2017 weitgehend wie im Berichtszeitraum 2016 (s. [21]). Die Mikroseismizität wird auch für den Berichtszeitraum 2017 überwiegend basierend auf der automatischen Auswertung für Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhephasen“) gezeigt. Der zeitliche Verlauf des über drei Wochen gemittelten Betriebsruheanteils ist in Anhang 5.4 auf Blatt 274 (oben) dargestellt. Betriebsruhephasen umfassten im aktuellen Berichtszeitraum 2017 (von Oktober 2016 bis September 2017) etwa 23,9% der Gesamtzeit (s. auch Tabelle in Anhang 5.4 auf Blatt 274, unten).

### Direkt durch bergmännische Aktivitäten verursachte, induzierte und getriggerte Ereignisse

Direkt durch bergmännische Aktivitäten (z. B. Hämmern) verursachte Ereignisse sind durch die Beschränkung der Betrachtung auf die Betriebsruhephasen entsprechend der Tagesberichte des Betriebs weitgehend ausgeschlossen, jedoch können Nachwirkungen (z. B. Abbinden von Beton) in Betriebsruhephasen hineinreichen. Unter direkt arbeitsbedingten Ereignissen werden hier nur Ereignisse verstanden, die sowohl in unmittelbarer zeitlicher und räumlicher Nähe der Arbeiten stattgefunden haben und für welche die Arbeiten die Hauptursache sind. Mit induzierten Ereignissen sind solche gemeint, die sich räumlich oder zeitlich nicht in unmittelbarer Nähe der Arbeiten ereignen, für die die Arbeiten jedoch eine wesentliche Ursache sind. Daneben gibt es insbesondere auch Ereignisse, die durch Arbeiten ausgelöst („getriggert“) werden, für die die Arbeiten jedoch nicht die Hauptursache sind. Letztgenannte Ereignisse sind oftmals solche, die durch Einflüsse von Arbeiten (z. B. Temperaturerhöhung, Vibrationen) nur vorgezogen werden und andernfalls sehr wahrscheinlich in ähnlicher Form später aufgetreten wären.

Typische Randbedingungen für durch bergmännische Aktivitäten zeitnah getriggerte Mikroseismizität, wie auch für das Auftreten anderer gebirgsmechanischer Ereignisse, sind (vgl. [23]):

- Vorhandensein geologisch vorgeprägter Trennflächen (z. B. Sulfatlagen, Anhydritbereiche),
- deutliche, zumeist gebirgsmechanisch bedingte Vorschädigung,

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 40
-------------------------------------------------	-----------

- hohe gebirgsmechanische Belastung,
- ungünstiges Hohlraumprofil und
- lange Standzeit.


### Automatische und manuelle Auswertung im Vergleich

In [21] wurden die Ergebnisse von manueller und automatischer Auswertung für einen Beipielzeitraum gegenübergestellt. Die auffälligsten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der automatischen Auswertung und der manuellen Auswertung sind das Fehlen sehr schwacher Ereignisse in den Ergebnissen der automatischen Auswertung und eine größere Streuung der automatischen Lokalisierungen (s. [21]).

Für starke Ereignisse weit außerhalb des Netzes, z. B. im Bereich der Bohrung Remlingen 15, betragen die Lokalisierungsfehler der Automatik teilweise mehrere hundert Meter, während sie für die manuelle Auswertung typischerweise nur einige Dekameter betragen (vgl. [24]). Im Inneren des Netzes sind die typischen Fehler deutlich geringer (vgl. [25]). In Anhang 5.5 (Blätter 275 bis 277) ist die räumliche Verteilung konsistent automatisch lokalisierter Ereignisse und mit großer Ungenauigkeit behafteter automatisch lokalisierter Ereignisse im Berichtszeitraum 2017 dargestellt. Bei allen grubenfern automatisch lokalisierten Ereignissen ist von einer großen Ungenauigkeit auszugehen. Wie in der Vergangenheit auch (vgl. z. B. [21]) wurden Ereignisse außerhalb des Messnetzes durch die Automatik oft deutlich zu grubenfern lokalisiert. Durch den zu groß ermittelten Abstand der Ereignisse von den Sensoren ergeben sich zu große Lokalmagnituden (vgl. auch Ergebnisse der manuellen Auswertung in Anhang 5.6 auf Blatt 278 ff). Überschätzte Magnituden können insbesondere zu erheblichen Ungenauigkeiten bei der Berechnung der mittleren seismischen Leistung und der daraus berechneten kumulativen Energie (z. B. in Anhang 5.9 auf Blatt 291 und Anhang 5.10 auf Blatt 293, jeweils beide Grafiken) führen.

Die Ereignisse mit automatischer Lokalisierung oberhalb von 250 m unter NN und westlich von <sup>44</sup>8.650 m in den Betriebsruhephasen wurden systematisch überprüft und deutlich außerhalb der Grube gelegene Ereignisse manuell ausgewertet. Ereignisse deutlich nördlich, südlich und östlich der Grube wurden nur stichprobenartig überprüft, wobei auch manuell ein östlich der Bohrung Remlingen 15 lokalisiertes Ereignis und einzelne Ereignisse im Bereich der Kaliabbau gefunden wurden, während die überprüften Ereignisse mit automatischen Lokalisierungen im Kali nördlich der mittleren Sohlen im Westflügel auf Ereignisse mit fehlerhafter Phasenidentifikation (S-Wellen als P-Wellen gepickt) im Bereich der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2) zurückzuführen waren. Manuell wurden keine Ereignisse im nördlichen Deckgebirge lokalisiert. Am oberen Baufeldrand reichen — wie auch in den Vorjahren — auch die manuellen Lokalisierungen in südlicher Richtung bis in den Buntsandstein.

Der hybride Ansatz aus automatischer Auswertung der gesamten mikroseismischen Aktivität und manueller Nachauswertung von z. B. aufgrund ihrer Stärke besonders relevanten Ereignissen ist für das Monitoring zielführend (vgl. Abschnitt 2.4.1 auf Blatt 37 und Kapitel 1 auf Blatt 12). Mit einer alleinigen manuellen Auswertung ist effektiv keine hinreichende Aktualität zu erreichen, während die Automatik für einige Fragestellungen derzeit nicht hinreichend zuverlässig und genau ist. Durch das ergänzende mikroakustische Monitoring der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490 (s. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55 ff) wird die zur Beobachtung sehr schwacher Ereignisse in diesem Bereich zu geringe Sensitivität der Mikroseismik kompensiert.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 41
-------------------------------------------------	-----------

## Ergänzende seismologische Überwachung und Erschütterungsüberwachung

Ergänzend zur Überwachung der lokalen Mikroseismizität wird die regionale Seismizität durch den Niedersächsischen Erdbebendienst (LBEG Hannover) überwacht. Dazu werden auch die Daten des STS-2-Breitbandseismometers auf der 490-m-Sohle (Station „Asse“ des Deutschen Seismologischen Regionalnetzes) genutzt. Die mikroseismischen Ereignisse im Bereich der Asse waren weiterhin zu schwach, um vom Niedersächsischen Erdbebendienst mit einer Vollständigkeitsmagnitude von etwa +2 erfasst zu werden.

Im Herbst 2016 wurde im Zusammenhang mit Testsprengungen in bzw. bei der Bohrung Remlingen 15 temporär ein unter- und übertägiges Erschütterungsmessnetz betrieben, mit dem neben den Sprengungen auch weitere mikroseismische Ereignisse erfasst wurden (vgl. Abschnitt 2.4.4.7 auf Blatt 52). Es wurden keine bedenklichen Erschütterungen festgestellt (s. [24], [26], [27], [28]).

### 2.4.4 Darstellung der Messergebnisse

#### Diesem Bericht zugrundeliegende Datenbasis


Der aktuelle Berichtszeitraum 2017 umfasst primär die Mikroseismizität im Zeitraum vom 1. Oktober 2016 bis zum 30. September 2017. Darüber hinaus werden teilweise auch frühere Ereignisse sowie aktuellere Entwicklungen der Mikroseismizität einbezogen. Wie im Berichtszeitraum 2016 (s. [21]) wurde in diesem Bericht zu weiten Teilen auf die Ergebnisse der automatischen Auswertung während Zeiträumen ohne bergmännische Aktivitäten zurückgegriffen. Aus den Ereignissen während dieser Zeiträume wurde die gesamte mikroseismische Aktivität hochgerechnet. Hierauf wird im Folgenden nicht immer explizit hingewiesen. Bei der vergleichenden Interpretation der Mikroseismizität zusammen mit anderen Darstellungen der Mikroseismizität (z. B. in [23]) sind ggf. Unterschiede der zugrundeliegenden Datenbasis zu berücksichtigen.

Ausgewählte als gebirgsmechanisch klassifizierte Ereignisse im Berichtszeitraum 2017, die manuell ausgewertet wurden, sind im Anhang 5.6 auf Blatt 278 ff dargestellt. Die Auswahl ist nicht für alle Bereiche und nicht für alle Teilzeiträume repräsentativ, sondern erfolgte räumlich und zeitlich variabel. Eine Beschränkung auf Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten wurde hier nicht vorgenommen.

#### 2.4.4.1 Übersicht über die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung

##### Mikroseismizität im gesamten überwachten Bereich

Gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 hat die Anzahl der von der Automatik in Betriebsruhephasen lokalisierten Ereignisse für den gesamten überwachten Bereich im Berichtszeitraum 2017 von 1441 auf 1308 abgenommen. Da der Anteil der Betriebsruhephasen an der Gesamtzeit im Berichtszeitraum 2017 mit 23,9% geringer war als im Berichtszeitraum 2016 mit 26,4%, ergibt sich daraus in der Hochrechnung auf die gesamte Zeit eine geringfügige Zunahme der Ereignisanzahl um 0,7% von 5452 Ereignissen im Berichtszeitraum 2016 auf 5479 Ereignisse im Berichtszeitraum 2017. Die auf die Gesamtzeit hochgerechneten Ereignisanzahlen für die Berichtszeiträume 2009 bis 2017 sind Anhang 5.9 auf Blatt 290 (Legende der unteren Grafik) zu entnehmen. Die mittlere Ereignisrate lag im Berichtszeitraum 2017 mit 15 Ereignissen pro Tag auf einem sehr hohen Niveau.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 42
-------------------------------------------------	-----------


Die langfristige Entwicklung der mikroseismischen Ereignisraten wird von kurzfristigen Variationen überlagert (s. Anhang 5.9 auf Blatt 290, obere Grafik). Die langfristige tendenzielle Zunahme der Anzahl der mikroseismischen Ereignisse bis Februar 2017 hat sich im weiteren Verlauf des Jahres 2017 nicht fortgesetzt. Die Aktivität ist gegenüber dem Maximum im Winter 2016/2017 wieder zurückgegangen. Im ersten Quartal 2018 hat die mittlere Gesamtereignisrate allerdings wieder zugenommen. Die weiterhin hohe mikroseismische Aktivität weist auf weiterhin fortschreitende Schädigung hin. Die jährlichen Magnituden-Häufigkeits-Verteilungen zeigen, dass sich das Verhältnis der Anzahl schwacher Ereignisse zur Anzahl relativ starker Ereignisse im Mittel nicht deutlich verändert hat (s. Anhang 5.9 auf Blatt 290, untere Grafik).

Die mikroseismischen Ereignisse verteilten sich im Berichtszeitraum 2017, wie auch schon in den Vorjahren (s. [29], [30], [23] und [21]), nicht gleichmäßig über das Grubengebäude und seine Umgebung, sondern traten vielfach in Form mikroseismischer Cluster, d. h. in räumlichen und teilweise auch zeitlichen Häufungen, auf (s. Anhang 5.8 auf Blatt 287 f). Ausgeprägte lokale Häufungen deuten auf einen großen Einfluss lokaler Besonderheiten hin. Manche korrelieren mit bergmännischen Aktivitäten wie z. B. Betonagen. In der Gesamtbetrachtung korreliert die mikroseismische Aktivität nicht mit dem Betonvolumen (s. [21]). Der durch Betonagen verursachte Wärme- und Feuchteeintrag allein liefert damit auch keine plausible Erklärung für die hohe Gesamtereignisrate. Durch Verfüllmaßnahmen getriggerte und induzierte Ereignisse sind als Erklärung für die langfristige Entwicklung der Ereignisrate in der Gesamtbetrachtung ebenfalls wenig plausibel, sofern die errichteten Bauwerke insbesondere hinsichtlich ihrer Art und ihre Umgebung insbesondere hinsichtlich der Beanspruchung und Vorschädigung äquivalent waren.

Insbesondere im Bereich der unteren Sohlen um die 725- und 750-m-Sohle wurden viele Ereignisse beobachtet (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 289 und Anhang 5.13 auf Blatt 303f). Neben den beiden seit einigen Jahren beobachteten, sehr ausgeprägten lokalen Häufungen bei der ELK 4/750 (vgl. Abschnitt 2.4.4.4 auf Blatt 46) und der ELK 6/750 (vgl. Abschnitt 2.4.4.5 auf Blatt 47), gab es im Berichtszeitraum 2017 eine weitere sehr deutlich ausgeprägte lokale Häufung im Bereich der 750-m-Sohle etwas südlich des Blindschachts 4 (s. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 49). Betrachtet man die Entwicklung der Mikroseismizität ohne die lokal erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich der ELK 4/750 und der ELK 6/750, stellt sich die trendmäßige Entwicklung nicht deutlich anders als für den gesamten überwachten Bereich dar (vgl. Anhang 5.10 auf Blatt 292). Die Ereignisanzahl bei der ELK 4/750 ist um 5,3% zurückgegangen. Die Ereignisanzahl bei der ELK 6/750 ist um 9,2% angestiegen. Ohne die Ereignisse dieser beiden Cluster betrug der Gesamtanstieg der Ereignisanzahl 1,8% und war damit im Berichtszeitraum 2017 gegenüber den Vorjahren ebenfalls gering. Die Ereignisse des Clusters bei der ELK 4/750 hatten im Berichtszeitraum 2017 einen Anteil von etwa 21% an der Gesamtereignisanzahl (gegenüber etwa 23% im Berichtszeitraum 2016). Die des Clusters bei der ELK 6/750 hatten einen Anteil von etwa 10% (gegenüber etwa 9% im Berichtszeitraum 2016). Bei anderen ELK im Baufeld an der Südflanke wurden ebenfalls Ereignisse, aber keine mit den Clustern bei der ELK 4/750 und 6/750 vergleichbar starken Häufungen, beobachtet.

Der Bereich mit der auffälligsten Zunahme der mikroseismischen Aktivität im Verlauf der letzten Jahre (vgl. [21]), in dem weiterhin lokal deutlich erhöhte Mikroseismizität beobachtet wird, ist der Stattelkern. In diesen Bereich fallen insbesondere lokale Häufungen bei der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle südlich des Blindschachts 4 (s. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 49) und bei den Füllorten auf der 700- und 750-m-Sohle (s. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 48).

Weitere wesentliche lokale Häufungen von Ereignissen im Berichtszeitraum 2017 waren am oberen Baufeldrand (s. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 43 ff), am westlichen Baufeldrand (s. Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 45), am östlichen oberen Baufeldrand (s. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 44) und südöstlich bis südöstlich-unterhalb des Grubengebäudes (s. Abschnitt 2.4.4.7 auf Blatt 52). Im Bereich bei der

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 43

Hauptlösungsfassungsstelle im Abbau 3/658 wurde weiterhin relativ wenig mikroseismische Aktivität beobachtet. Die manuelle Überprüfung automatisch deutlich nördlich des Abbaus 3/658 lokalisierter Ereignisse führte zu deutlich tiefergelegenen Lokalisierungen. Bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2) auf der 725-m-Sohle, im Bereich des HAW-Feldes auf der 800-m-Sohle und im Bereich der Salzgewinnungstrecken auf der 850-m-Sohle wird weiterhin Mikroseismizität beobachtet. Temporär gab es im Januar 2017 eine Häufung vornehmlich schwacher Ereignisse bei der Wendel auf der 637-m-Sohle und im Sommer 2017 im Bereich des PAE-Felds auf der 800-m-Sohle.

#### 2.4.4.2 Mikroseismizität am oberen Baufeldrand

Entlang des südlichen oberen Baufeldrands (vgl. auch Abschnitt 4.1 auf Blatt 66) gab es über einige Jahre drei mikroseismisch aktive Bereiche, die durch Bereiche mit relativ geringer Mikroseismizität räumlich voneinander getrennt waren (vgl. [21])


- am westlichen oberen Baufeldrand,
- am zentralen oberen Baufeldrand, mit Schwerpunkt bei der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle bzw. etwas südlich von dieser,
- am östlichen oberen Baufeldrand im Übergangsbereich Salz–Deckgebirge südlich der Abbaureihe 9, sowie im Bereich der Abbaureihe 9 und beim Blindschacht 3.

Die Häufungen am zentralen und östlichen oberen Baufeldrand zeichnen sich auch weiterhin in den Ergebnissen der automatischen Auswertung ab (s. z. B. Anhang 5.8 auf Blatt 287). Sehr schwache Ereignisse am westlichen oberen Baufeldrand wurden mikroakustisch (vgl. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55) erfasst. Weiterhin wurden mikroseismische Ereignisse nördlich des Baufelds an der Südflanke, insbesondere im Bereich der Nebenabbaue auf den oberen Sohlen, beobachtet.

#### Mikroseismizität am westlichen oberen Baufeldrand

Im Berichtszeitraum 2017 wurden bei den Abbauen 3/490 und 4/490 von der Automatik einzelne Ereignisse erfasst (s. Anhang 5.8 auf Blatt 287, Anhang 5.12, Blätter 298 und 299, Anhang 5.14, Blätter 305 bis 307). Die Ereignisse beim Abbau 4/490 im Oktober 2016 sind Teil einer temporären, lokalen Häufung im Zusammenhang mit Betonagen im bzw. beim Abbau 4/511 (vgl. Anhang 5.6 auf Blatt 278, Anhang 5.7 auf Blatt 282 sowie [21]). Die deutlichen Reaktionen auf die Verfüllung des Querschlags von der Wendelstrecke zum Rolloch im Norden des Abbaus 4/511 im September und Oktober 2016 und/oder der Hohlräume in der Schwebe zwischen den Abbauen 4/490 und 4/511 im Oktober 2016 deuten auf starke Vorschädigung und eine weiterhin hohe Belastung hin. Die Lokalisierungen etwas nördlich–oberhalb des Abbaus 4/490 sind möglicherweise auf einen systematischen Anteil der Lokalisierungsungenauigkeit zurückzuführen.

Im Berichtszeitraum 2017 wurde, basierend auf der Automatik, grubennah im Bereich des westlichen oberen Baufeldrands weiterhin weniger mikroseismische Aktivität als bis 2011 beobachtet. In den Berichtszeiträumen 2014 und 2015 wurde eine Zunahme sehr schwacher Ereignisse bei gleichzeitiger Abnahme starker Ereignisse beobachtet, so dass der Anteil der mikroseismisch beobachtbaren Ereignisse abgenommen hat (vgl. [23], [21]). Aufgrund der fortgesetzten mikroakustischen Aktivität (s. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55) ist anzunehmen, dass sich weiterhin sehr viel mehr sehr schwache, als von der Automatik erfasste, Ereignisse im Bereich der Abbaue 3/490 und 4/490 ereignen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 44

Der weite Erstreckungsbereich der Lokalisierungen am oberen Baufeldrand nach Westen ist nicht allein auf die Ungenauigkeit der Automatik am Rande und außerhalb des Netzes zurückzuführen. Auch manuell wurden einzelne Ereignisse am westlichen oberen Baufeldrand deutlich westlich, nordwestlich-oberhalb, sowie südlich des Grubengebäudes lokalisiert (s. Anhang 5.6 auf Blatt 278). Als mögliche Ereignisursache kommen insbesondere (Mikro-)Rissbildung und -wachstum am Übergang Salz-Deckgebirge sowie Heterogenitäten innerhalb des Salzstocks und tektonische Ursachen in Frage.

Die Mikroseismizität beim Abbau 1/574 ist in Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 45 beschrieben.

### Mikroseismizität am zentralen südlichen oberen Baufeldrand

Die südliche Richtstrecke auf der 490-m-Sohle wurde von Anfang September 2015 bis Anfang Oktober 2015 verfüllt (vgl. [21]). Infolgedessen hat sich die mikroseismische Aktivität in diesem Bereich zunächst erhöht und ist im Verlauf des Berichtszeitraums 2017 bis unter die Aktivität vor der Verfüllung abgeklungen (s. Anhang 5.17 auf Blatt 338 obere Grafik, sowie Anhang 5.14, Blätter 305 und 306). Der Rückgang erfolgte nicht so zügig wie dies nach der Verfüllung des benachbarten Blindschachts 2a zu Beginn des Jahres 2013 in dessen Umgebung beobachtet wurde (vgl. [29], [30], [23], [21] und Anhang 5.17 auf Blatt 337, untere Grafik). Vollständig oder nahezu vollständig abgeklungen ist das Cluster am zentralen oberen Baufeldrand bislang nicht. So wurden weiterhin Ereignisse, insbesondere am Südrand bzw. südlich der Abbaureihen 5 bis 7 im Bereich der 490- bis 511-m-Sohle, beobachtet (s. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.12 auf Blatt 299 sowie Anhang 5.14, Blätter 306 und 307). Die Lokalisierungen reichen weiterhin bis ins grubennahe Deckgebirge.


Offenbar wurden durch die Betonage der stark geschädigten, hoch beanspruchten südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle und des Hochbruchs (469-m-Sohle), eine nach der Verfüllung des Blindschachts 2a verbliebene wesentliche Ursachen des Clusters am zentralen oberen Baufeldrand beseitigt. Das langsame und unvollständige Abklingen deutet jedoch darauf hin, dass eine nachhaltige und hinreichende Stabilisierung des Bereichs noch nicht erzielt wurde.

Im Zusammenhang mit der Betonage hat sich die Ereignisrate im Berichtszeitraum 2016 insbesondere für schwache Ereignisse erhöht. Dabei ist das Verhältnis der Anzahl schwacher Ereignisse zur Anzahl starker Ereignisse gestiegen (s. Anhang 5.17 auf Blatt 338). Dies deutet darauf hin, dass Ereignisse, die andernfalls zu einem späteren Zeitpunkt nach größerem Spannungsaufbau stattgefunden hätten, durch die Betonage vorgezogen wurden. Ein reiner Vorzieheffekt erscheint jedoch eher unwahrscheinlich, da bisher kein Wiederanstieg der Aktivität beobachtet wurde.

### Mikroseismizität am östlichen oberen Baufeldrand und beim Blindschacht 3

Die mikroseismische Aktivität am östlichen oberen Baufeldrand setzte sich im Berichtszeitraum 2017 im Wesentlichen aus Ereignissen am Blindschacht 3, insbesondere am Schachtkopf, aus Ereignissen im Bereich der Abbaureihe 9 und einem Cluster mit Schwerpunkt etwa südlich des Abbaus 9/511 zusammen (s. Anhang 5.12, Blätter 300 und 301 sowie Anhang 5.14 auf Blatt 305 ff). Wie in den Vorjahren (s. z. B. [23] und [21]) erstreckte sich das letztgenannte Cluster im Berichtszeitraum 2017 deutlich in den oberen Buntsandstein (s. Anhang 5.7 auf Blatt 285).

Die Biegung des Deckgebirges über den „harten“ Übergang vom Unverritzten zu den Abbauen am oberen östlichen Baufeldrand ist eine evidente Ursache für die südlich und südöstlich des Grubengebäudes beobachtete Mikroseismizität. Geologische und tektonische Einflüsse (z. B. Störungen) sind weitere mögliche Ursachen. Betonagen in Bereichen mit starker Vorschädigung und Belastung sind oft

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 45
-------------------------------------------------	-----------

Auslöser vieler, teils auch relativ starker Ereignisse, deren Hauptursache in der Vorschädigung und der hohen Belastung liegt.

Im Berichtszeitraum 2016 wurden durch die Verfüllung des Blindschachts 3 entlang des Blindschachts 3 und den mitverfüllten Strecken zahlreiche mikroseismische Ereignisse ausgelöst (s. [21]). Im Berichtszeitraum 2017 hielt die erhöhte Aktivität am Kopf des Blindschachts 3 bis ins 4. Quartal 2016, trotz Abschluss der Verfüllung der Hornstatt im Juli 2016 an, während die Aktivität in den anderen Bereichen bereits innerhalb des Berichtszeitraums 2016 deutlich zurück ging (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und [21]). Die durch die Firstspaltverfüllung (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 61) in der Abbaureihe 9 ausgelösten Ereignisse haben sich entsprechend des Verfüllfortschritts verlagert (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287). Die Firstspaltverfüllung erfolgte im Abbau 9/532 im September 2016, im Abbau 9/553 im Oktober 2016, im Abbau 9/574 im November 2016 und im Abbau 9/595 im Januar 2017. Die Firstspaltverfüllung im Abbau 9/616 wurde im Juli 2017 begonnen und im Januar 2018 abgeschlossen. Die deutlichen Reaktionen folgten sehr zeitnah auf die Betonagen und sind innerhalb des Verfüllmonats und des darauf folgenden Monats wieder weitgehend abgeklungen. Ereignisse am östlichen oberen Baufeldrand haben zur Überschreitung von Meldekriterien im Rahmen der Überwachung der Firstspaltverfüllung beigetragen (vgl. Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53).

Die Ereignisanzahl im Bereich südlich der Abbaue am oberen östlichen Baufeldrand ist im Berichtszeitraum 2017 gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 wieder zurückgegangen (s. Anhang 5.12 auf Blatt 300 und Blatt 301). Es ist keine signifikante Veränderung gegenüber dem Zeitraum vor den Stabilisierungsmaßnahmen festgestellt worden (vgl. [21]).


### **Mikroseismizität nördlich des Baufelds an der Südflanke im Bereich der oberen Sohlen**

Nördlich des Baufelds an der Südflanke wurden im Bereich der oberen Sohlen außer der in Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 44 beschriebenen mikroseismischen Aktivität am östlichen Baufeldrand weiterhin Ereignisse beim Streckenkreuz Sattelrichtstrecke nach Osten / Querschlag Abbau 6 und bei den Füllorten und der Kfz-Werkstatt auf der 490-m-Sohle und den Nebenabbauen auf der 511- und 532-m-Sohle lokalisiert (s. z. B. Anhang 5.14 auf Blatt 305 ff). Die Ereignisgruppen, die im Zusammenhang mit Verfüllungen bei Abbau 4/490 und 4/511 (vgl. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 43) sowie im Bereich der Abbaureihe 9 bzw. Blindschacht 3 (vgl. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 44) beobachtet wurden, erstrecken sich teils deutlich in den Bereich nördlich des Baufelds an der Südflanke bzw. haben ihren Schwerpunkt nördlich der Abbaue (vgl. z. B. Anhang 5.7, Blätter 282 bis 285, und Anhang 5.11, Blätter 295 und 296, sowie Anhang 5.12, Blätter 298 bis 301).

### **2.4.4.3 Mikroseismizität im Bereich der Abbaureihe 1 und des Blindschachts 1**

#### **Mikroseismizität bei Abbaureihe 1 und Blindschacht 1 (553- bis 616-m-Sohle), insbesondere beim Abbau 1/574**

Die mikroseismische Aktivität im Bereich der Abbaureihe 1, die in den Berichtszeiträumen 2013 bis 2015 insbesondere im Bereich des Abbaus 1/574 deutlich erhöht war (vgl. [29], [30], [23], [21] und Anhang 5.18 auf Blatt 339), ist signifikant zurückgegangen. Sie lag in den Berichtszeiträumen 2016 und 2017 etwas oberhalb des Niveaus von 2012 (vgl. Anhang 5.18 auf Blatt 339). Im Berichtszeitraum 2017 gab es, wie im Berichtszeitraum 2016, noch eine Ereignisgruppe in der Umgebung des Abbaus 1/574 (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.14, Blätter 309 bis 311, sowie Anhang 5.6 auf Blatt 278 und Anhang 5.7 auf Blatt 282).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 46
-------------------------------------------------	-----------

Ein Großteil der Ereignisse beim Blindschacht 1 in den Jahren von 2013 bis 2015 ereignete sich im Zusammenhang mit Betonagen, jedoch wurden auch Ereignisse im grubennahen Deckgebirge lokalisiert (s. [23]). Plausibelste Hauptursachen für die starken, mit der Vorschädigung (vgl. Abschnitt 4.3 auf Blatt 103 und [31]) und Beanspruchung korrelierenden Reaktionen auf die Betonagen sind die exponierte Lage sowie die starke Vorschädigung (vgl. [21]). Nach den Verfüllungen war die erhöhte Mikroseismizität nur langsam und deutlich diskontinuierlich abgeklungen (vgl. [23]). Aufgrund der in den Berichtszeiträumen 2016 und 2017 weiterhin beobachteten Mikroseismizität ist davon auszugehen, dass sich in dem relativ inhomogenen und stark beanspruchten Bereich, auch nach den in diesem Bereich erfolgten Stabilisierungsmaßnahmen, bislang noch kein neuer stabiler Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Der großräumige Erstreckungsbereich der Ereignisse am oberen westlichen Baufeldrand (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.12, Blätter 297 und 298, sowie Anhang 5.6 auf Blatt 278 ff) deutet darauf hin, dass ihnen nicht nur lokale Prozesse in der unmittelbaren Umgebung des Blindschachts 1 sowie der Abbaue und Strecken im Bereich der Abbaureihe 1 zugrunde liegen (vgl. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 43).

Es wurde keine signifikante Verlagerung der mikroseismischen Aktivität vom Abbau 1/574 nach Osten festgestellt (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287).

#### **Mikroseismizität bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 1/658**

Das 2011 erstmals beobachtete mikroseismische Cluster im Bereich der Wendelkurve auf der 658-m-Sohle bzw. nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle (s. [29]) wurde von der Automatik aufgrund der typischerweise geringen Magnituden nur zu einem relativ kleinen Teil erfasst. Im Berichtszeitraum 2017 wurden dort weiterhin Ereignisse automatisch lokalisiert (s. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.14, Blätter 313 bis 315), so dass davon auszugehen ist, dass das Cluster weiter aktiv ist, auch wenn die Ereignisrate (s. Anhang 5.18 auf Blatt 339, untere Grafik) durch Einstreuen von entfernten Ereignissen mit großem Lokalisierungsfehler überschätzt sein kann.

#### **Mikroseismizität bei Abbaureihe 1, unterhalb der 700-m-Sohle**


Das Cluster beim Blindschacht 1 und dem Zugang zur ELK 10/750 (vgl. [21]) war weiterhin aktiv (s. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.14, Blätter 316 bis 320, sowie Anhang 5.18 auf Blatt 340). Im Zusammenhang mit der Firstspaltverfüllung in den Abbauen 3 und 4/700 sowie 1/725 und 2/725 im Dezember 2016 wurde temporär etwas erhöhte Aktivität festgestellt.

#### **2.4.4.4 Mikroseismizität bei den ELK im Westflügel der 750-m-Sohle, insbesondere im Bereich der ELK 4/750 und am Blindschacht 2 (700- bis 750-m-Sohle)**

Neben der sehr starken Ereignishäufung bei der ELK 4/750 kam es im Berichtszeitraum 2017 zu einer relativ zum Cluster bei der ELK 4/750 weniger deutlich ausgeprägten, aber dennoch nicht geringen Ereignishäufung bei der ELK 8/750 (s. Anhang 5.14, Blätter 317 bis 319), die im Berichtszeitraum 2016 noch nicht so deutlich ausgeprägt war. Die lokale Häufung beim Blindschacht 2 war im Berichtszeitraum 2017 weniger deutlich ausgeprägt als im Berichtszeitraum 2016 (vgl. Anhang 5.14 auf Blatt 316).

Die seit Ende 2007 beobachtete, stark erhöhte Mikroseismizität bei ELK 4/750 (s. z. B. [32], [23]) konzentrierte sich, wie in Anhang 5.15 (Blätter 330 und 331) dargestellt, weiterhin insbesondere bei der 725-m-Sohle und etwas unterhalb von dieser in der Schwebelinie oberhalb der 2. südlichen Richtstrecke



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 47

nach Westen auf der 750-m-Sohle nördlich der ELK 4/750. Ereignisse bei der ELK 4/750 haben tendenziell einen systematischen Anteil der Lokalisierungsungenauigkeit, der die Herde etwas zu weit südlich und tendenziell etwas zu tief erscheinen läßt (vgl. [25]). Die tatsächlichen Herdorte liegen daher etwas dichter an der Gleitbogenausbaustrecke am nördlichen Rand des Abbaus 4/725 als in der Darstellung. In der Schwebelage oberhalb der ELK 4/750 ereigneten sich weiterhin, verglichen mit der Aktivität nördlich der ELK 4/750, relativ wenige mikroseismische Ereignisse.

Die Ereignisrate war im Berichtszeitraum 2017 im Mittel um 5,3 % geringer als im Berichtszeitraum 2016 (s. Anhang 5.15 auf Blatt 333). Mit durchschnittlich 3,2 Ereignissen pro Tag lag die mittlere Ereignisrate jedoch weiterhin auf einem hohen Niveau (s. Anhang 5.15 auf Blatt 332, obere Grafik). Hinsichtlich des Anstiegs der kumulativen Energie (s. Anhang 5.15 auf Blatt 332, untere Grafik) ist keine signifikante Änderung gegenüber 2016 zu erkennen. Dies weist auf eine weiterhin fortschreitende Schädigung hin.


Der Verlauf der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung für den Berichtszeitraum 2017 schwankt um die der Berichtszeiträume 2014 bis 2016 (s. Anhang 5.15 auf Blatt 333). Der Rückgang der mittleren Ereignisrate kann als Hinweis auf die Wirksamkeit der Stabilisierungsmaßnahmen gesehen werden. Die Ereignisrate unterliegt jedoch deutlichen Schwankungen (s. Anhang 5.15 auf Blatt 332, obere Grafik). Ein etwas vermehrtes Vorziehen von Ereignissen in die hier nicht betrachteten Arbeitszeiten durch Entspannungseffekte im Zusammenhang mit der Aufwältigung des stark konvergierten Blindschachts 2 ist nicht ausgeschlossen. Wahrscheinlich durch die bergmännischen Aktivitäten ausgelöste Mikroseismizität ist nur außerhalb bzw. am Rand des Clusters bei der ELK 4/750 erkennbar, d. h. im Bereich der 700-m-Sohle (s. Ereignisse im Anhang 5.14 auf Blatt 316).

Während im Berichtszeitraum 2016 keine wesentliche Beeinflussung des Clusters durch bergmännische Aktivitäten im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.6 auf Blatt 137) festgestellt wurde (vgl. [21]), wurde ab Dezember 2016 Mikroseismizität beobachtet, deren räumliche und zeitliche Verteilung einen Zusammenhang mit den Arbeiten zur Vorbereitung der Verfüllung der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle und untergeordnet der Erstellung eines Stützbauwerks in der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle sowie Firstspaltverfüllung in den Abbauen 3/700, 4/700, 1/725 und 2/725 im Dezember 2016 (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 61 und Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53) nahelegt. Im Februar 2017 ereignete sich eine Gruppe relativ starker Ereignisse entlang der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle mit Lokalisierungen etwas unterhalb der Sohle, vermutlich im Zusammenhang mit dem Nachschnitt und/oder Umbauarbeiten an den Katasterstellen (s. Anhang 5.14 auf Blatt 319). Die Verfüllung der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle erfolgte im April 2017. Wahrscheinlich dadurch ausgelöst, bildete sich im Sommer 2017 ein insbesondere im Sommer 2017 aktives mikroseismisches Cluster im Bereich der ELK 8/750 aus (vgl. Anhang 5.14, Blätter 317 und 318). Die deutliche und langandauernde Reaktion ist ein Hinweis auf die Vulnerabilität dieses Bereichs.

#### 2.4.4.5 Mikroseismizität bei den ELK im Ostflügel, insbesondere im Bereich der ELK 6/750

Im Berichtszeitraum 2017 wurden mikroseismische Ereignisse im Bereich der ELK 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750 beobachtet (s. Anhang 5.14, Blätter 317 bis 319), die ähnlich wie in den Berichtszeiträumen 2014 (s. [30]), 2015 (s. [23]) und 2016 (s. [21]) verteilt waren.

Die Ereignisse häuften sich, wie in den Vorjahren, insbesondere im Bereich des Oststoßes der ELK 6/750 (Detaildarstellungen s. Anhang 5.16 auf Blatt 334). Wie auch im Berichtszeitraum 2016 gab es weitere, weniger stark ausgeprägte lokale Häufungen im südwestlichen Teil der ELK 6/750 und der ELK 5/750. Während die mikroseismischen Ereignisse im Bereich der ELK 7/750 weiterhin gleichmäßiger verteilt lokalisiert wurden, gab es im Bereich der ELK 11/750 eine leichte Häufung etwas nördlich dieser ELK (vgl. Anhang 5.14, Blätter 317 und 318).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 48
-------------------------------------------------	-----------

Nach dem starken Anstieg der mittleren Ereignisrate des Clusters mit Schwerpunkt am Oststoß der ELK 6/750 im Berichtszeitraum 2016 gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 um 80 %, hat die mittlere Ereignisrate im Berichtszeitraum 2017 gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 nur um 8,8 % zugenommen. Im Verlauf der Ereignisrate fallen neben dem langfristigen, gegen Ende des Jahres 2012 begonnenen Anstieg auf das aktuelle Niveau deutliche Schwankungen der Ereignisrate auf (s. Anhang 5.16 auf Blatt 335, obere Grafik). Während der Anstieg im Berichtszeitraum 2016 insbesondere schwache Ereignisse betraf und mit einem Aufsteilen der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung verbunden war, betraf er im Berichtszeitraum 2017 insbesondere relativ starke Ereignisse, so dass der Anstieg und der Verlauf der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung sich wieder deutlich abgeflacht hat (s. Anhang 5.16 auf Blatt 336). Der Anstieg der kumulativen Energie erfolgte im Berichtszeitraum 2017 im Vergleich deutlich schneller als in den Berichtszeiträumen 2015 und 2016 (s. Anhang 5.16 auf Blatt 335, untere Grafik). Das Cluster ist weniger deutlich ausgeprägt, als während der besonders starken Aktivität im Jahr 2006 (vgl. [33], [25]).


Als wesentliche Ursache der lokal erhöhten mikroseismischen Aktivität im Bereich der ELK im Ostflügel der 750-m-Sohle, insbesondere im östlichen Bereich der ELK 6/750, wird eine Kombination aus lokalen Ursachen und dem großräumig auflaufenden Gebirgsdruck gesehen. Die deutliche Zunahme der Aktivität ab Anfang des Jahres 2014 erfolgte mit einer ähnlichen räumlichen Verteilung wie zu früheren Zeiten erhöhter Aktivität in den ELK auf der 750-m-Sohle im Ostflügel (vgl. z. B. [33]), was eine gemeinsame, großräumige Ursache vermuten lässt. Es ist davon auszugehen, dass sowohl brechende verlorene Betonabschirmungen (VBA), als auch Riss- und Mikrorissbildung im Salz eine Rolle spielen. Mögliche Ursachen für lokale Unterschiede der mikroseismischen Aktivität sind unterschiedliche Gebindeausrichtung und Stapeltechnik, lokale Besonderheiten der Geologie, unterschiedlich starke Vorschädigung des die ELK umgebenden Gebirges, Bauwerke, Resthohlräume innerhalb und in der Umgebung der Einlagerungskammern sowie eventuell auch Feuchte (s. [23]). Eine heterogene Netzsensitivität, die unter anderem von der Dämpfung abhängt, kann die Verteilung der Ereignisse zusätzlich ungleichmäßiger erscheinen lassen. Eine plausible Erklärung für die Veränderung der Ereignisraten, der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung und des Verlaufs der kumulativen Energie im Bereich der ELK 6/750 im Berichtszeitraum 2017 gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 ist eine Zunahme des Spannungsabbaus durch Bruchvorgänge, der im Berichtszeitraum 2017 auch vergleichsweise stabile Teile des Tragsystems und/oder VBA betroffen hat.

Auch unter arbeitssicherheitlichen Gesichtspunkten beachtenswert ist die weiterhin anhaltende mikroseismische Aktivität im Norden der ELK 7/750 und deutlich nördlich der Einlagerungskammern, im Bereich der Abbaue 5a/750 und 5b/750 (vgl. Anhang 5.14 auf Blatt 318).

#### **2.4.4.6 Mikroseismizität unterhalb der 679-m-Sohle nördlich des Baufelds an der Südflanke, insbesondere im Bereich des Sattelkerns**

##### **Mikroseismizität im zentralen Bereich der 700-m-Sohle**

Im zentralen Bereich der 700-m-Sohle gab es ein von Ende Dezember 2015 bis Anfang Januar 2016 sehr aktives, nicht mit bergmännischen Aktivitäten korrelierendes mikroseismisches Cluster mit Schwerpunkt im Zugangsbereich zur Vahlberger Strecke, wo zuvor vergleichsweise wenig Mikroseismizität beobachtet worden war (s. [23], [21]). Der Südstoß der Vahlberger Strecke ist zwischen den Wettertoren, wo sich der Schwerpunkt des Clusters befand, von Rissen durchzogen und stark geschädigt (vgl. Abschnitt 4.5 auf Blatt 123 und [34]). Die Aktivität ist plausibel mit Rissbildung und -wachstum im Zusammenhang mit bereits bestehenden Rissssystemen in dem Bereich einschließlich der Schweben des Abbaus 6/725 (Na2) zu erklären.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 49
-------------------------------------------------	-----------

Im Zeitraum von Januar bis März 2017 lebte die Aktivität in dem Bereich mit einer etwas veränderten räumlichen Verteilung wieder auf (vgl. [21] und Anhang 5.14, Blätter 315 bis 317, sowie Anhang 5.19 auf Blatt 343f). Eine Triggerung von Ereignissen durch Betonagen von Anfang Januar bis Februar 2017 ist im Gegensatz zum Cluster am Jahreswechsel 2015/2016 möglich. Das Anfang des Jahres 2017 bei der Strecke zum Schacht 2 auf der 700-m-Sohle lokalisierte Cluster trug zu einer Überschreitung der Meldekriterien im Rahmen der Überwachung der FSV bei (s. Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53). Die starke Reaktion ist Hinweis auf die Vulnerabilität.

Des Weiteren kam es zu einer über einen längeren Zeitraum aktiven lokalen Ereignishäufung beim Füllort des Schachts 2 auf der 700-m-Sohle (s. Anhang 5.19 auf Blatt 343). Die Lokalisierungen haben ihren Schwerpunkt etwas südlich–unterhalb des Füllorts. Die gebirgsmechanische Situation im Bereich der 700-m-Sohle ist in Abschnitt 4.5 auf Blatt 123 dargestellt.

### **Mikroseismizität bei den Füllorten auf der 750-m-Sohle**


Wie im Berichtszeitraum 2016, wurden auch im Berichtszeitraum 2017 in der Umgebung der Füllorte des Schachts 2 und des Schachts 4 auf der 750-m-Sohle Ereignisgruppen und mikroseismische Einzelereignisse lokalisiert (vgl. [21] und Anhang 5.14, Blätter 317 bis 319). Beim Füllort des Schachts 2 auf der 750-m-Sohle traten Ereignisse insbesondere im 4. Quartal 2016 auf. Die gebirgsmechanische Situation in diesem Bereich ist in Abschnitt 4.7 auf Blatt 149 dargestellt.

### **Mikroseismizität im Bereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle**

Im Bereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle wurden im Berichtszeitraum 2017, ähnlich wie schon in den Berichtszeiträumen 2015 und 2016, Häufungen mikroseismischer Ereignisse beobachtet (s. [23], [21], Anhang 5.14, Blätter 317 bis 319, und Anhang 5.19 auf Blatt 341 ff), die zum Teil mit Verfüllmaßnahmen korrelierten.

Im Berichtszeitraum 2016 lag der Schwerpunkt im Bereich der Streckengabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten südlich des Blindschachts 4. Ab Dezember 2016 wurde nach einem Zeitraum deutlich niedrigerer Aktivität im Bereich der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten südlich des Blindschachts 4 auf der 750-m-Sohle erneut ein temporär sehr aktives Cluster beobachtet (s. Anhang 5.19 auf Blatt 345 ff). Die temporär stark erhöhte Ereignisrate betraf insbesondere schwache Ereignisse und korrelierte im Detail nicht mit dem Verfüllvolumen. Es ist plausibel, dass die erhöhte Mikroseismizität durch eher kleinvolumige Betonagen in diesem Bereich getriggert wurde. Plausible Hauptursachen der erhöhten Mikroseismizität sind insbesondere die starke Vorschädigung und weiterhin hohe Beanspruchung in Kombination mit einem hohen Durchbauungsgrad (vgl. Abschnitt 4.8 auf Blatt 159 sowie [35]). Aufgrund der bereits vorhandenen und weiter fortschreitenden Entfestigung, die sich unter anderem in erheblichen Rissstrukturen manifestiert, war in Verbindung mit den Betonagen und damit verbundenen Abbindereaktionen sowie durch lokale Spannungumlagerungen eine temporär erhöhte mikroseismische Aktivität in diesem stark durchbauten Gebirgsbereich zu erwarten.

Die erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich südlich des Blindschachts 4 trug mit einem Dreiwochenmittelwert der Ereignisrate von maximal ungefähr 5 Ereignissen pro Tag und zeitweilig mehr als 30 Ereignissen in einem Volumen von ca. 36.000 m<sup>3</sup> innerhalb von drei Wochen zur Überschreitung der Meldeschwellen im Rahmen der messtechnischen Überwachung der Firstspaltverfüllung nach SBPI 17/2009 [36] bei (vgl. Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53). Einige der Ereignisse des, ab Dezember 2016

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 50
-------------------------------------------------	-----------

beobachteten, Clusters wurden im nördlichen, schon verfüllten Bereich bei der nördlichen Richtstrecke nach Osten lokalisiert (westlicher Teil des Pausenplatzes). Die Lokalisierungen erstrecken sich im Norden bis in die verfüllte 2. nördliche Richtstrecke nach Osten. Im Südwesten erstrecken sie sich bis in den östlichen Bereich des Abbaus 4a/750 (Na2).

Die mikroseismische Aktivität war bereits im Januar 2017 wieder deutlich zurückgegangen, jedoch nicht bis unter das Niveau vor 2015 (s. Anhang 5.19 auf Blatt 347, obere Grafik). Der Umfang der Aktivität und deren langsames Abklingen, d. h., die lange Dauer bis zur Wiederherstellung eines zumindest metastabilen Zustands, wurde als ein indirekter Hinweis auf den hohen Schädigungs- und Beanspruchungsgrad im Erstreckungsbereich des Clusters und im Umfeld noch nicht ausreichenden Stabilisierungswirkung interpretiert. Im Abbau 4a/750 (Na2) wurde mittlerweile ein relativ großer Resthohlraum verfüllt.

Durch bergmännische Maßnahmen in und bei der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle wurden im Verlauf der Berichtszeiträume 2016 und 2017 wiederholt mikroseismische Cluster, die auch relativ starke Ereignisse umfassten (vgl. auch [21]), ausgelöst, z. B. durch die Verfüllung des östlichen Teils der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle im November 2016 (vgl. Anhang 5.14, Blätter 317 bis 319, sowie Anhang 5.19 auf Blatt 341 ff). Darüber hinaus wurden im Berichtszeitraum 2017 teils zeitlich und räumlich mit Verfüllmaßnahmen im nördlich des Bereichs befindlichen Kalibaufeld korrelierende mikroseismische Ereignisse beobachtet (vgl. insbesondere Anhang 5.7, Blätter 283 und 284). Die offenbar durch die bergmännischen Aktivitäten getriggerten Ereignisse weisen auf die Vulnerabilität des Bereichs hin.

### **Mikroseismizität im östlichen Teil der 700-m-Sohle**


Die mikroseismische Aktivität im östlichen Teil der 700-m-Sohle ist gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 (s. [21]) stark zurückgegangen (s. Anhang 5.14 Blätter 315 bis 318). Es wurden im Berichtszeitraum 2017 nur wenige Ereignisse in diesem Bereich beobachtet.

### **Mikroseismizität im Bereich der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2)**

Auch im Berichtszeitraum 2017 wurden, wie im Berichtszeitraum 2016 (s. [21]), weiterhin Ereignisse im Bereich der Wendelkurve auf der 725-m-Sohle nördlich des Abbaus 8/725 (Na2) lokalisiert (vgl. Anhang 5.14, Blätter 315 bis 318, sowie Anhang 5.20 auf Blatt 348). Die Wendel im Bereich der 725-m-Sohle betreffende Stabilisierungsmaßnahmen wurden überwiegend östlich der Wendelkurve vorgenommen (vgl. Abschnitt 4.4 auf Blatt 113 sowie [30], [23] und [21]). Durch die Maßnahmen wurde die Mikroriss- und Rissbildung, die den mikroseismischen Ereignissen zugrunde liegt, auch bei der Wendelkurve möglicherweise etwas abgeschwächt. Die anhaltende Mikroseismizität ist Hinweis auf eine fortschreitende Schädigung.

### **Mikroseismizität bei den Reicheltsümpfen und der nördlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle**

Im Berichtszeitraum 2017 wurden nur noch einzelne mikroseismische Ereignisse in der Nähe der Reicheltsümpfe im nordwestlichen Teil der 750-m-Sohle beobachtet (s. Anhang 5.14 auf Blatt 318).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 51

## Mikroseismizität im Bereich des PAE-Felds

Im Bereich des PAE-Felds auf der 800-m-Sohle wurden während der Betriebsruhephasen im Berichtszeitraum 2016 nur einzelne Ereignisse beobachtet. Im Frühjahr und Sommer 2017 gab es hingegen eine Ereignishäufung im Bereich des PAE-Felds und entlang des Querschlags vom westlichen Blindschacht zum PAE-Feld (vgl. Anhang 5.14 Blätter 319 bis 321). Die deutliche Häufung, insbesondere im Bereich des Querschlags, wurde durch Betonagen ausgelöst. Die Verfüllungen der Strecken im Nordwesten der 800-m-Sohle wurden im April 2017 begonnen und bis Oktober 2017 fortgesetzt. Frühere Verfüllungen und den Verfüllungen vorausgehende Aufwältigungen, bei denen neue Risse festgestellt wurden, hatten jedoch nicht zu vergleichbarer mikroseismischer Aktivität im Berichtszeitraum 2016 und bis Frühjahr 2017 in den Betriebsruhephasen geführt.

## Mikroseismizität im Bereich des HAW-Felds

Im Bereich des HAW-Versuchsfelds auf der 800-m-Sohle und seines Zugangs auf der 825-m-Sohle wurden im Berichtszeitraum 2017 etwas mehr Ereignisse beobachtet als im Berichtszeitraum 2016 (s. Anhang 5.14, Blätter 319 bis 321). Dortige mikroseismische Ereignisse (Januar 2017) im Zuge von Stabilisierungsmaßnahmen trugen zur Überschreitung der Meldeschwelle bezüglich der Ereignisrate im Rahmen der mikroseismischen Überwachung der FSV (vgl. Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53) in untergeordnetem Maße bei. Spätere Ereignisse im Bereich des HAW-Versuchsfelds können auch durch Spannungsumlagerungen infolge von Nachschnitтарbeiten aufgetreten sein.


## Mikroseismizität im östlichen Teil der 800-m-Sohle, insbesondere bei der südlichen Richtstrecke

Durch die von Januar 2016 bis Juni 2016 in mehreren Abschnitten ausgeführte Betonage der südlichen Richtstrecke auf der 800-m-Sohle östlich des Hauptquerschlags sowie der Zufahrt zu den Werkstätten bzw. zum Blindschacht 4 wurden bis einschließlich Dezember 2016 zahlreiche Ereignisse entlang dieser Streckenabschnitte getriggert (vgl. Anhang 5.8 auf Blatt 287 und Anhang 5.14 Blätter 319 bis 321). Einige der Ereignisse haben zu Meldeschwellenüberschreitungen im Rahmen der mikroseismischen Überwachung der FSV beigetragen (vgl. Abschnitt 2.4.4.9 auf Blatt 53). Manche der Ereignisse wurden von der Automatik im Bereich der verfüllten alten E-Werkstatt, Kfz-Werkstatt und Fahrzeugabstellplätzen lokalisiert.

Seit Januar 2017 ist die temporär stark erhöhte Aktivität auch beim zuletzt verfüllten Abschnitt am Abzweig südliche Richtstrecke / Hauptquerschlag auf der 800-m-Sohle wieder abgeklungen. Seitdem wurden nur noch wenige Ereignisse im östlichen Teil der 800-m-Sohle beobachtet. Im Berichtszeitraum 2015, vor den Betonagen, war dieser Bereich mikroseismisch relativ ruhig gewesen (vgl. [23]).

## Mikroseismizität im Bereich der Salzgewinnungsstrecken auf der 850-m-Sohle

Im Berichtszeitraum wurde im Bereich der Salzgewinnungsstrecken auf der 850-m-Sohle eine wenig kompakte Ereignishäufung im Zusammenhang mit den betrieblichen Tätigkeiten (Gewinnung/Verfüllung) beobachtet (vgl. Anhang 5.14 Blätter 321 bis 323).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 52
-------------------------------------------------	-----------

#### 2.4.4.7 Mikroseismizität südlich bis südöstlich–unterhalb des Grubengebäudes und im Deckgebirge unterhalb des 574-m-Niveaus

Unterhalb der 574-m-Sohle wird die Mikroseismizität im Deckgebirge und in grubenfernen Bereichen der Salzstruktur von einer großräumigen Häufung südöstlich des Grubengebäudes dominiert (vgl. z. B. [23], [21]). Hier wurden in den letzten Jahren vielfach die stärksten Ereignisse im gesamten überwachten Bereich beobachtet.

Die erhöhte Mikroseismizität südöstlich der unteren Sohlen wurde in der Vergangenheit im Wesentlichen den mechanischen Eigenschaften des hier vermuteten Anhydrits zugeschrieben, der auch langsamen Verformungen des angrenzenden Salzes am östlichen Baufeldrand nicht durch Fließen folgen kann, aber bis zum Bruch relativ große Spannungen aufnimmt, so dass die einzelnen mikroseismischen Ereignisse relativ hohe Magnituden aufweisen können. Möglicherweise spielt zusätzlich auch das Vorhandensein von Salzlösung in diesem Bereich (s. [8], [37], und [38]) für die Ausprägung der Mikroseismizität eine Rolle.

Es wurde keine signifikante Veränderung der räumlichen Verteilung der Mikroseismizität gegenüber dem Berichtszeitraum 2016 festgestellt (vgl. Anhang 5.6, Blätter 278 und 280, Anhang 5.8, Blätter 287 und 288, sowie [21]). Wie in der Vergangenheit gab es auch im Berichtszeitraum 2017 deutliche zeitliche Variationen der Ereignisrate.

Es ist auch anhand manuell lokalisierter Ereignisse aufgrund der Lokalisierungsungenauigkeit nicht eindeutig zu erkennen, ob es sich um ein langgestrecktes mikroseismisches Cluster handelt, das sich vom Anhydrit am südlichen Deckgebirge mit zunehmender Tiefe weiter nach Norden erstreckt, oder ob es sich um mehrere benachbarte Bereiche lokal erhöhter Mikroseismizität mit im Detail unterschiedlichen Ursachen handelt (vgl. [23]):


- Bereich der Grenze zwischen Deckgebirge und Salzbarriere mit Schwerpunkt auf dem Niveau der 725-m-Sohle,
- Bereich an der südlichen Steinsalz-Kalisalz-Grenze mit Schwerpunkt etwa auf dem Niveau der 825-m-Sohle,
- Bereich an der nördlichen bzw. unteren Kalisalz-Steinsalz-Grenze mit Schwerpunkt etwa auf dem Niveau der 900-m-Sohle.

Die innerhalb des Grubengebäudes kartierten petrographischen Schichtgrenzen und das bisher daraus abgeleitete Geologische Modell können die beobachteten mikroseismischen Ereignisse nicht hinreichend erklären. Trotz der langen offenen Standzeit ist die, aus der Konvergenz erwartete, nicht gleichförmige Bewegung in einigen Dekametern Entfernung nicht so groß, dass selbst beim Vorhandensein von Anhydrit Mikroseismizität im beobachteten Ausmaß zu erwarten wäre. Neben der geologischen Situation können hier aber strukturgeologische und hydrogeologische Aspekte (z. B. tektonische Schwächezonen) eine wesentliche Rolle spielen.

#### Testsprengungen in der Tiefbohrung Remlingen 15 und der Flachbohrung R15-01

Am 29. Oktober 2016 sowie am 5. und am 12. November 2016 wurden neun Testsprengungen in der Tiefbohrung R15 und zwei Testsprengungen in der Flachbohrung R15-01 durchgeführt, um die Eignung des konventionellen Schachtteufens mittels Sprengvortrieb am Standort R15 zu überprüfen [24].

Es wurden jeweils 1 bis 3 kg Seismo-Phex-Sprengstoff mit einer Detonationsgeschwindigkeit von etwa 7000 m/s eingesetzt. In der Flachbohrung wurde im Teufenbereich zwischen etwa 70 und 50 m

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 53
-------------------------------------------------	-----------

gesprengt. In der Tiefbohrung R15 wurden in den Teufenbändern 867 m bis 847 m, 760 m bis 740 m und 612 m bis 590 m jeweils drei Sprengungen mit unterschiedlicher Ladungsmenge durchgeführt.

Die Sprengungen in der Bohrung R15 führten an den temporär eingerichteten untertägigen Erschütterungsmessstellen zu Amplituden von teilweise mehr als 2,5 mm/s und zum Übersteuern der nur für Schwinggeschwindigkeiten bis zu 0,83 mm/s ausgelegten Mikroseismiksonden im Ostflügel. Ein Übersteuern der Sonden wird sonst nur selten, z. B. bei sehr sondennahen Ereignissen, beobachtet. Die Sprengereignisse in bzw. bei der Bohrung R15 sind zusammen mit den manuell ausgewerteten gebirgsmechanischen Ereignissen in Anhang 5.6 auf Blatt 278 ff dargestellt.

Es wurden keine den Sprengungen zuordenbare signifikante Veränderungen der mikroseismischen Aktivität im Bereich des Grubengebäudes sowie des grubennahen Deckgebirges festgestellt [24].

#### 2.4.4.8 Mikroseismizität im zentralen Bereich des Grubengebäudes (Baufeld an der Südflanke und Umgebung, mittlere Sohlen ohne Baufeldränder)

##### Mikroseismizität bei der Hauptlösungsfassungstelle (Abbau 3/658)

Im Bereich bei der Hauptlösungsfassungstelle im Abbau 3/658 wurde weiterhin relativ wenig mikro-seismische Aktivität beobachtet, jedoch keine weiträumige totale seismische Ruhe (vgl. Anhang 5.14, Blätter 313 bis 315, sowie Anhang 5.6 auf Blatt 278 und Anhang 5.7, Blätter 282 und 283). Die manuelle Überprüfung von Ereignissen, die automatisch deutlich nördlich des Abbaus 3/658 lokalisiert wurden, wies auf deutlich zu hoch gelegene Lokalisierungen dieser Ereignisse hin.

##### Mikroseismizität beim Pfeiler 4/5, 637-m-Sohle


Temporär gab es im Januar 2017 eine Häufung vornehmlich schwacher Ereignisse bei der Wendel auf der 637-m-Sohle (s. Anhang 5.14 auf Blatt 313). Die gebirgsmechanische Situation ist in Abschnitt 4.4 auf Blatt 113 ff detailliert dargestellt.

#### 2.4.4.9 Besondere mikroseismische Überwachung der Firstspaltverfüllung

Die Meldeschwellen bezüglich der Mikroseismizität im Rahmen der Überwachung der Firstspaltverfüllung (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 61 sowie Anhang 1.3 Blätter 201 und 202) entsprechend des SBPL 17/2009 (Definition der Meldeschwellen s. z. B. [39]) wurden im Berichtszeitraum 2017 und Kalenderjahr 2017 mehrfach überschritten (s. Anhang 5.10 auf Blatt 292, obere Grafik). Den Überschreitungen der Meldeschwellen liegen ein allgemeiner Anstieg der mikroseismischen Aktivität und temporäre, lokale Häufungen mikroseismischer Ereignisse, die teilweise im Zusammenhang mit bergmännischen Maßnahmen auftraten, zugrunde. Dabei spielte das gleichzeitige Auftreten lokaler Häufungen in verschiedenen Bereichen eine Rolle.

Von Oktober 2016 bis Dezember 2017 gab es folgende Meldeschwellenüberschreitungen:

- Die Überschreitungen des Meldekriteriums hinsichtlich der mikroseismischen Ereignisrate vom 23. Oktober bis zum 25. November 2016 und vom 27. November 2016 bis zum 3. Dezember 2016 (vgl. [39]) wurden insbesondere durch Ereignisse im Bereich der Abbaureihe 9 auf den oberen Sohlen (vgl. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 44) und im Bereich der südlichen Richtstrecke bzw. des Hauptquerschlags auf der 800-m-Sohle hervorgerufen (vgl. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 51).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 54

Beigetragen hat außerdem eine Ereignisgruppe beim Abbau 4/490 (vgl. Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 43). Die genannten Ereignisgruppen traten im Zusammenhang mit Verfüllmaßnahmen in den entsprechenden Bereichen oder der nahen Umgebung auf.

- Vom 17. Dezember 2016 bis einschließlich 12. Februar 2017 war durchgehend mindestens eines der beiden Meldekriterien deutlich überschritten und am 25. Februar 2017 war das Meldekriterium bezüglich der Ereignisrate nochmals geringfügig überschritten. Zu diesen Überschreitungen trug insbesondere eine temporäre lokale starke Häufung mikroseismischer Ereignisse im Bereich der Gabelung der nördlichen und der verfüllten 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle südlich des Blindschachts 4 (s. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 49) bei. Durch diese lokale Häufung wurde, neben dem die mikroseismische Ereignisrate betreffenden Kriterium, erstmalig seit Aufstellung der Meldekriterien auch das Kriterium bezüglich der lokalen Häufung mikroseismischer Ereignisse („Cluster-Kriterium“) überschritten. Trotz der Betriebsruhe zwischen Weihnachten und Neujahr lag der über drei Wochen gemittelte Betriebsruheanteil während dieser Zeit stets unter 40 %, jedoch wurde auch die Schwelle von 30 Ereignissen in einem Volumen von ca. 36.000 m<sup>3</sup> innerhalb von drei Wochen durch die Ereignishäufung südlich des Blindschachts 4 auf der 750-m-Sohle zeitweilig überschritten. Neben diesem Cluster haben auch die Cluster im Bereich des HAW-Feldes auf der 800-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 51) sowie eine Häufung im zentralen, ebenfalls intensiv geschädigten, Bereich der 700-m-Sohle in der Nähe der Baustoffanlage 20 BA (vgl. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 48) zur erhöhten Ereignisrate beigetragen. Der Dreiwochenmittelwert der Ereignisrate ohne die Cluster bei den Einlagerungskammern 4/750 und 6/750 lag kurzzeitig oberhalb von 19 Ereignissen pro Tag.


Im weiteren Verlauf des Jahres 2017 kam es nicht zu Überschreitungen der Meldekriterien. Im 1. Quartal 2018 gab es wieder Überschreitungen des Kriteriums bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate (s. Anhang 5.10 auf Blatt 292). Über die Mikroseismizität in den Bereichen, in denen Firstspaltverfüllung durchgeführt wurde, und über deren mögliche Beeinflussung durch die Firstspaltverfüllung wurde für den Berichtszeitraum 2017 detailliert in den Messbulletins [39], [40] und [9] berichtet.

#### 2.4.4.10 Fazit

Die beobachtete mikroseismische Aktivität, die im gesamten mikroseismisch überwachten Bereich im Verlauf der letzten Jahre im langfristigen Mittel deutlich zugenommen hatte, liegt noch immer auf einem hohen Niveau (s. Anhang 5.9 auf Blatt 290, obere und untere Grafik). Die mittlere Gesamtereignisrate des Berichtszeitraums 2017 (Oktober 2016 bis September 2017) lag trotz der besonders hohen Ereignisrate um den Jahreswechsel 2016/2017 insgesamt nur 0,7 % über der des Berichtszeitraums 2016 (Oktober 2015 bis September 2016). Im ersten Quartal 2018 ist die mittlere Gesamtereignisrate wieder angestiegen (s. Anhang 5.9 auf Blatt 290, obere Grafik).

Die vielfach lokal gehäuft auftretenden mikroseismischen Ereignisse, denen Mikroriss- und Rissbildung zugrunde liegt, spiegeln eine weiterhin fortlaufende Schädigung des Tragsystems wider. Die Mikroseismizität ist im Zusammenhang mit den weiteren Monitoringergebnissen für das Baufeld an der Südflanke und die sensiblen Infrastrukturbereiche dargestellt (s. Kapitel 3 auf Blatt 61 ff) bzw. (s. Kapitel 4 auf Blatt 66 ff).



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 55
-------------------------------------------------	-----------

## 2.5 Mikroakustische Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490

### 2.5.1 Motivation und Ziele der mikroakustischen Überwachung

Am oberen Baufeldrand weisen die geotechnischen und geophysikalischen Messdaten eine hohe gebirgsmechanische Beanspruchung aus [41], [42]. Aufgrund der bereits erheblich geschädigten Schweben unterhalb der Abbaue 3 und 4/490 [42], [21] sowie der zu geringen Firstwölbung ist mit der Bildung von gewölbeartigen Auflockerungszonen im Hangenden und möglichen Firstablösungen zu rechnen [43]. Da diese Abbaue infrastrukturell genutzt werden, wurde 2013 ein mikroakustisches Messsystem in den Abbauen 3/490 und 4/490 installiert um die Schädigungsentwicklung kontinuierlich beobachten zu können. Nach Optimierungen, Erweiterungen und Anpassungen an die lokalen Verhältnisse wurde das System im Herbst 2015 in das Monitoringprogramm der Standortüberwachung [21] übernommen.

### 2.5.2 Beschreibung des Messverfahrens


Die mikroakustischen Messsensoren können jeder für sich genommen (hochfrequente) seismische Energie in Form von seismischen bzw. akustischen Wellenamplituden erfassen, die z.B. bei Mikrorissbildung freigesetzt wird. Aus der Gesamtheit der automatisch bestimmten Einsatzzeiten der Kompressionswellen (P-Wellen) und Scherwellen (S-Wellen) der einzelnen Messsensoren lässt sich (ähnlich wie in der Mikroseismik (vgl. Abschnitt 2.4 auf Blatt 37)) für jedes Ereignis durch Inversion [22] ein Hypozentrum (also ein Herdort) ermitteln. Aus den zusätzlich erfassten Wellenamplituden an den einzelnen Messstationen lässt sich im Zusammenhang mit dem Hypozentrum eine relative Lokalmagnitude berechnen. Da die Mikroakustiksensoren nicht kalibriert sind, können keine absoluten Lokalmagnituden bestimmt werden [44], [23]. Auf diese Weise kann man insbesondere bei Betrachtung längerer Zeiträume Bereiche hoher mikroakustischer Aktivität identifizieren und damit Bereiche, die unter erhöhter Beanspruchung stehen, aufzeigen und Aussagen über aktuell stattfindende Mikrorissbildung oder Mikrorisserweiterung und Zusammenwachsen von bereits vorhandenen Mikrorissen treffen. Die weitere Interpretation der mikroakustischen Ereignisse erfolgt in Verbindung mit anderen geotechnischen/-physikalischen Methoden, Modellberechnungen, In-situ-Messungen und Laboruntersuchungen.

Zur Überwachung der Firsten der Abbaue 3 und 4/490 wurden zwei überlappende mikroakustische Netze mit insgesamt 44 Sensoren 1 bis 3 m tief in den Firsten und südlichen Stößen installiert (s. Anhang 6.1 auf Blatt 350). Im Unterschied zur Mikroseismik, die einen Frequenzbereich bis knapp 1,6 kHz abdeckt, sind die Mikroakustikmesssensoren auf einen Frequenzbereich von etwa 1 bis 100 kHz und damit auf eine hochauflösendere Überwachung, d.h. höhere Sensitivität und Lokalisierungsgenauigkeit, eines aus diesem Grund allerdings deutlich kleineren Gesamtbereichs ausgelegt.

### 2.5.3 Sensitivität und Genauigkeit

Die Sensitivität des mikroakustischen Messnetzes und Genauigkeit der Lokalisierung können in der Mikroakustik aufgrund der Komplexität der Auswertung nicht exakt bestimmt, sondern nur abgeschätzt werden. Die Lokalisierungsgenauigkeit liegt in der Größenordnung von circa 0,5 Metern bis zu einigen Metern [23].

Wie unter Abschnitt 2.5.2 auf Blatt 55 beschrieben sind die Messsensoren nicht vollkommen gleichmäßig über die Messfläche verteilt und das Messnetz hat eine endliche Ausdehnung, wodurch sich

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 56
-------------------------------------------------	-----------

eine heterogene Sensitivität ergibt, die besonders zu den Netzrändern absinkt. Für Ereignisse außerhalb des Messnetzes ist die Netzsensitivität noch geringer und es ergibt sich für solche Ereignisse auch eine geringere Lokalisierungsgenauigkeit. Aus der Netzgeometrie ergibt sich weiterhin für die Firstsensoren eine höhere Sensitivität und Genauigkeit für von oben einfallende Wellen, und damit auch eine insgesamt geringe Sensitivität und Genauigkeit für sehr firstnahe Ereignisse, und für die Stoßsensoren eine höhere Sensitivität und Genauigkeit für von Süden einfallende Wellen. Die hier beschriebenen Lokalisierungsgenauigkeiten übertragen sich auf die Genauigkeiten bei der Bestimmung der Lokalmagnituden.

Die Sensitivität des mikroakustischen Netzes unterliegt zudem äußeren zeitlich variablen Einflüssen wie elektromagnetischen Störungen und insgesamt zeitlich variablem Rauschen, so dass auch die Anzahl der registrierten Ereignisse und damit die mikroakustischen Raten ungleichmäßig stark durch äußere Einflüsse verfälscht werden können. Um diesen Effekt zu minimieren und direkt arbeitsbedingte Einflüsse aus den Ergebnissen zu eliminieren, werden in der Mikroakustik vor allem Betriebsruhephasen, also in erster Linie Wochenenden, betrachtet.

## 2.5.4 Ergebnisse der mikroakustischen Überwachung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der automatischen Auswertung im Kalenderjahr 2017 separat für die einzelnen Messnetze des Abbaus 3 und 4/490 erläutert.


### 2.5.4.1 Mikroakustisches Monitoring im Bereich des Abbaus 3/490

Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Ereignisse der Betriebsruhephasen des Kalenderjahres 2017 ist für den Firstbereich des Abbaus 3/490 in Anhang 6.2 auf Blatt 351 dargestellt. Entsprechende Abbildungen für etwas größere räumliche Betrachtungsbereiche finden sich unter Anhang 6.2 auf Blatt 353 für den Firstbereich und die nähere Umgebung und unter Anhang 6.5 auf Blatt 359 für den gesamten vom Messnetz in Abbau 3/490 überwachten Bereich.

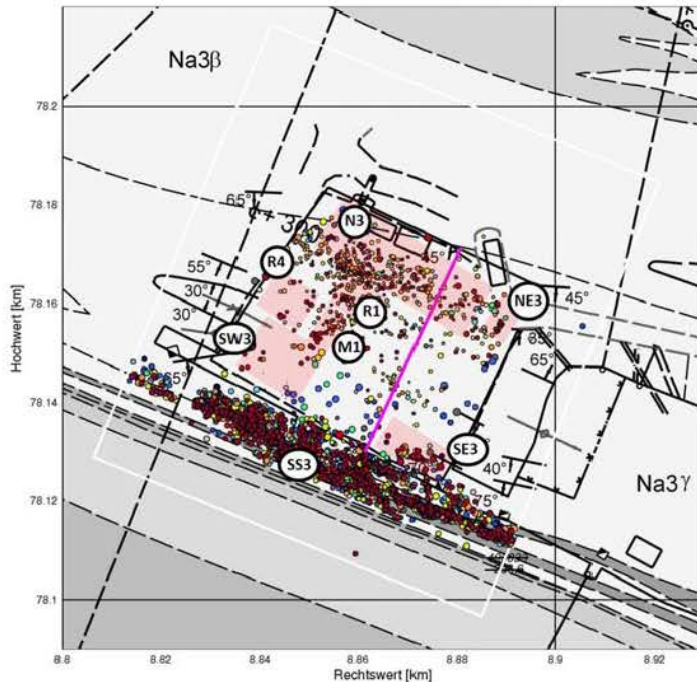
In Anhang 6.2 auf Blatt 352 und Anhang 6.2 auf Blatt 354 sowie Anhang 6.5 auf Blatt 360 sind Amplituden-Verteilungen (oben) und über drei Wochen gemittelte Ereignisraten für Betriebsruhephasen (unten) dargestellt.

Die mikroakustische Aktivität ist nicht gleichmäßig über den überwachten Bereich verteilt, sondern lässt sich entsprechend der Markierungen in Abbildung 2.1 in räumlich voneinander abgrenzbare Ereignisgruppen (Cluster) einteilen, die im Folgenden diskutiert werden:

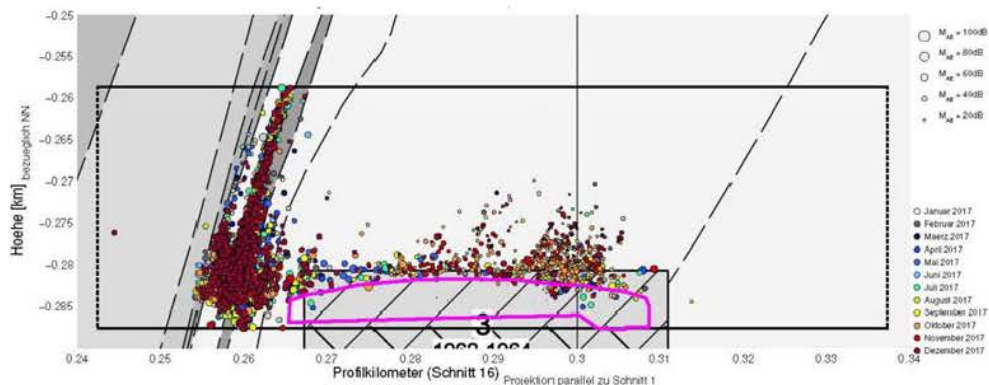
- **Nördlicher bzw. nordwestlicher Abbaubereich (N3):** Über den gesamten Beobachtungszeitraum wurden im nördlichen Drittel des Abbaus 3/490 über dem nördlichen Damm Ereignisse registriert, die auf entstehende Auflockerungen bis zu etwa 10 Meter Teufe hindeuten und mit konturnahen visuell beobachteten Rissen korrelieren (s. Abschnitt 4.1 auf Blatt 66).
- **Nordöstlicher Abbaubereich (NE3):** In der Firste des nordöstlichen Bereichs des Abbaus 3/490 wird weiterhin erhöhte mikroakustische Aktivität beobachtet.
- **Westlich von LSB1 (R4):** Die mikroakustische Aktivität im Bereich des Risses 4 ist in 2017 deutlich zurückgegangen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 57

- **Über dem nördlichen Teil des Dammes zwischen LSB1 und LSB2 (R1):** Das im Januar 2016 zum ersten Mal beobachtete Cluster in der Firste über dem nördlichen Teil des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2 (vgl. [23]) ist auch in 2017 weiterhin aktiv gewesen. Seine Lage fällt mit dem in der Firstkontrollbohrung FK-Brg. 15/490-3 in 0,7 m Teufe festgestellten Riss 1 zusammen (s. [21]).
- **Zwischen LSB1 und LSB2 (M1):** Südlich des Bereiches R1 hat sich über dem Damm zwischen den Lösungsspeicherbecken 1 und 2 in 2017 ein von R1 abgetrenntes Cluster herausgebildet.
- **Südwestlicher Abbaubereich (SW3):** Die Aktivität im südwestlichen Bereich des Abbaus 3/490 ist in 2017 im Vergleich zu 2016 deutlich zurückgegangen.
- **Südstoß bzw. südlich und oberhalb des Südstoßes (SS3):** Seit Anfang des mikroakustischen Monitorings wird eine starke mikroakustische Aktivität südlich oberhalb im Bereich der Firste (lokal flächig mit ca. 60° in süd-südwestlicher Richtung einfallend und bis über 20 m über die Firste reichend) beobachtet.
- **Südöstlicher Abbaubereich (SE3):** Die Ereignisgruppe im südöstlichen Bereich des Abbaus 3/490 war wie in 2016 auch in 2017 zu beobachten.



(a) Grundrissausschnitt der 490-m-Sohle – räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 3/490 und Einteilung in Ereignisgruppen. Die violette Linie zeigt die Lage der Schnittebene.



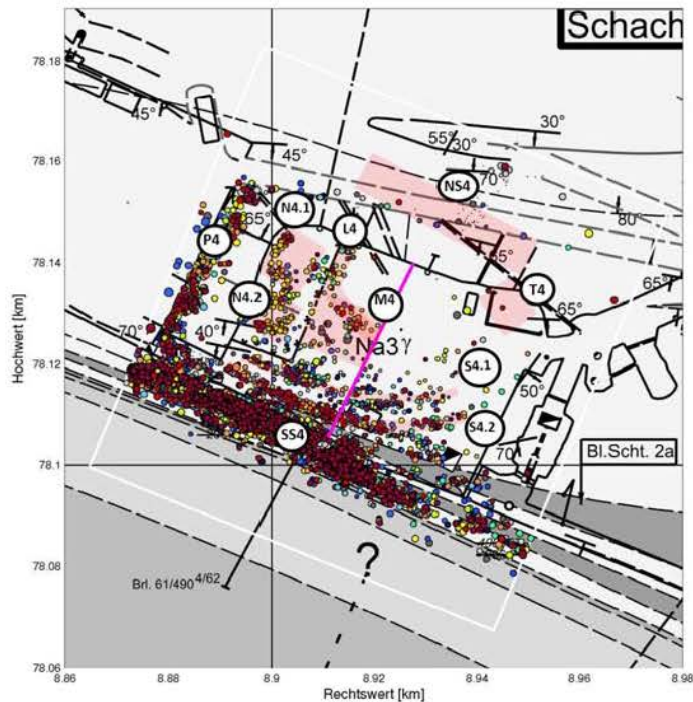
(b) Nord-Süd Schnitt durch Abbau 3/490 – räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 3/490 und südlich davon. Die violette Fläche zeigt die tatsächliche Hohlraumkontur im querschlägigen Schnitt

Abbildung 2.1: Räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität – Abbau 3/490

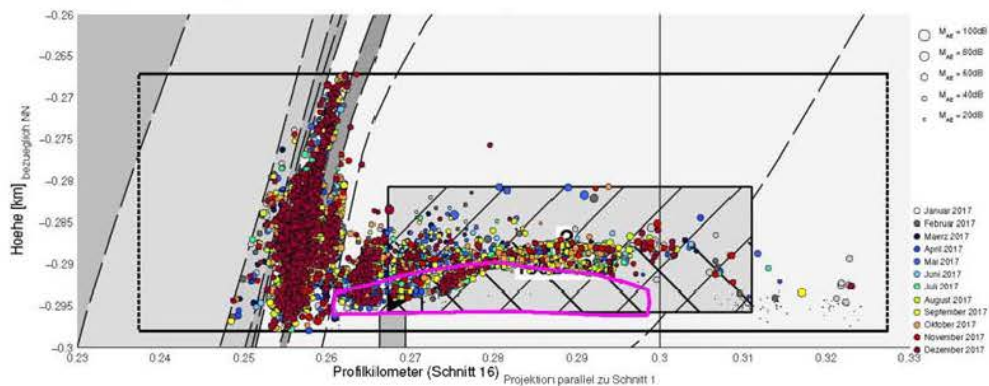
### 2.5.4.2 Mikroakustisches Monitoring im Bereich des Abbaus 4/490

Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Ereignisse der Betriebsruhephasen des Kalenderjahres 2017 ist für den Firstbereich des Abbaus 4/490 in Anhang 6.3 auf Blatt 355 dargestellt. Entsprechende Abbildungen für etwas größere räumliche Betrachtungsbereiche finden sich unter Anhang 6.4 auf Blatt 357 für den Firstbereich und die nähere Umgebung und unter Anhang 6.6 auf Blatt 361 für den gesamten vom Messnetz in Abbau 4/490 überwachten Bereich.

In Anhang 6.3 auf Blatt 356 und Anhang 6.4 auf Blatt 358 sowie Anhang 6.6 auf Blatt 362 sind Amplituden-Verteilungen (oben) und über drei Wochen gemittelte Ereignisraten für Betriebsruhephasen (unten) dargestellt.



(a) Grundrissausschnitt der 490-m-Sohle – räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 4/490 und Einteilung in Ereignisgruppen. Die violette Linie zeigt die Lage der Schnittebene.




(b) Nord-Süd Schnitt durch Abbau 4/490 – räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 4/490 und südlich davon. Die violette Fläche zeigt die tatsächliche Abbaukontur.

Abbildung 2.2: Räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität – Abbau 4/490

Die mikroakustische Aktivität ist nicht gleichmäßig über den überwachten Bereich verteilt, sondern lässt sich entsprechend der Markierungen in Abbildung 2.2 in räumlich voneinander abgrenzbare Ereignisgruppen einteilen, die im Folgenden diskutiert werden:

- **Nördlich des Abbaus 4/490 (NS4):** Wie 2016 wurden auch 2017 kaum mikroakustische Ereignisse im Bereich nördlich des Abbaus 4/490 beobachtet.
- **Im Bereich des ehemaligen Notfallagers (L4, N4.1, N4.2):** Die Ereignisgruppen über dem südlichen (N4.2), nördlichen (N4.1) und nordöstlichen (L4) Bereich des Notfallagers waren auch in 2017 weiterhin aktiv. Die größte Aktivität im Bereich des Notfallagers wurde im Zusammenhang mit Testläufen von Kompressoren in diesem Bereich registriert (vorwiegend N4.1 und N4.2).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 60


Das Cluster im Bereich N4.1 korreliert zusätzlich mit visuell festgestellten kleineren lokalen Ablösungen.

- **Maschendraht-Bereich (M4):** Im Bereich des Maschendrahtes wurden weiterhin mikroakustische Ereignisse registriert.
- **Südstoß bzw. südlich und oberhalb des Südstoßes (SS4):** Seit Anfang des mikroakustischen Monitorings wird eine starke mikroakustische Aktivität südlich oberhalb im Bereich der Firste beobachtet.
- **Südlicher Bereich des Abbaus 4/490 (S4.1, S4.2):** Die zwei seit Anfang 2014 beobachteten streifenförmigen Ereignisgruppen, die sich etwa parallel zum Südstoß von West nach Ost durch den Abbau erstrecken und im Osten bei reduzierter Ereignisdichte in nördliche Richtung abbiegen, sind weiterhin aktiv.
- **Nordöstliche Abbaufirste über der Trafostation (T4):** Im Bereich über der Trafostation wurden wie im Vorjahr 2016 kaum mikroakustische Ereignisse registriert.
- **Pfeiler 3/4 (P4):** Seit 2013 wird im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 490-m-Sohle eine erhöhte mikroakustische Aktivität im Bereich des Oststoßes des Abbaus 3/490 oberhalb des Abbaus 4/490 detektiert. Bedingt durch die Netzgeometrie zeichnet sich diese Aktivität vorwiegend in den Messungen des Messnetzes im Abbau 4/490 ab (vgl. Abschnitt 2.5.1 auf Blatt 55 und Abschnitt 2.5.3 auf Blatt 55).

## 2.5.5 Fazit

Aufgrund der am oberen Baufeldrand und der Südflanke vorherrschenden hohen gebirgsmechanischen Beanspruchung ist insbesondere in den noch nicht oder nur teilverfüllten Abbauen mit zunehmenden Schädigungen in den Firstbereichen zu rechnen, die zu Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit führen können. Die Abbaue 3/490 und 4/490 sind diesbezüglich besonders gefährdet (s. [43], [42]) und stellen gegenwärtig für den Grubenbetrieb wichtige Infrastrukturräume dar. Daher wurde das Monitoringprogramm für diese Abbaue durch eine mikroakustische Überwachung der Firstbereiche ergänzt. Insbesondere durch die Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung der mikroakustischen Ereignisse als Indikator für ablaufende bzw. einsetzende Schädigungsprozesse wie Mikrorissbildung an Korngrenzen können frühzeitig sicherheitsrelevante Maßnahmen zur Stabilisierung gefährdeter Bereiche eingeleitet werden. Die folgenden Messergebnisse der Mikroakustik werden in Verbindung mit weiteren geotechnischen und geophysikalischen Messungen zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit genutzt (vgl. auch Abschnitt 4.1 auf Blatt 66).

- Es wurden konturnah anhaltend zahlreiche Ereignisse im nördlichen insbesondere nordwestlichen und im südöstlichen Firstbereich des Abbaus 3/490 beobachtet.
- Im Firstbereich des Abbaus 4/490 wurde eine deutlich erhöhte Aktivität im südlichen Teil des Abbaus festgestellt. Diese orientiert sich zum Teil an geologischen Trennflächen und reicht mehrere Meter in die Firste. Darüber hinaus wurden lokale Cluster im Bereich des ehemaligen Notfalllagers beobachtet.
- Auffällig ist die Aktivität im Bereich der Südstöße beider Abbaue, die entlang der Grenzfläche Salz-Deckgebirge verläuft. Diese Aktivität kann plausibel durch Verformungsprozesse, die durch gebirgsmechanische Beanspruchung am südlichen Baufeldrand entstehen, erklärt werden. Unter solchen Verformungsprozessen können die sehr unterschiedlichen elastischen und rheologischen Eigenschaften von Salz und Deckgebirge zur Mikrorissbildung führen [23].

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 61

### 3 Überwachung des Baufeldes an der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle

Aufgrund des hohen Durchbauungsgrades und der langen offenen Standzeit, unterliegen die Tragelemente des Baufeldes an der Südflanke zunehmenden Entfestigungs- und Verformungserscheinungen. Dabei sind aus gebirgsmechanischer Sicht drei Hauptphasen (Abbau-, Stand- und Versatzphase) für das Verhalten des Gesamtsystems von ausschlaggebender Bedeutung.

#### **Abbauphase**

Das Baufeld an der Südflanke wurde im Zeitraum von 1916 bis 1964 zur Steinsalzgewinnung aufgefahren. Das Baufeld ist aufgrund seiner Lage und Größe für das gebirgsmechanische Verhalten von größter Bedeutung. Dort wurden von der 490- bis zur 750-m-Sohle insgesamt 13 Sohlen mit zumeist jeweils 9 Abbauen aufgefahren. Dadurch entstand ein rasterartiges Abbau-Pfeiler-Schweben-System mit einer durchschnittlichen Schwebenmächtigkeit von ca. 6 m und einer Pfeilerbreite von ca. 12 m mit einem Zentralpfeiler von ca. 20 m Mächtigkeit zwischen den Abbaureihen 4 und 5, der das Haupttragelement darstellt.

Die Hauptlast auf die Pfeiler und Schweben im Baufeld an der Südflanke wird querschlägig zum Streichen des Asse-Sattels eingetragen. Auf Basis der Tragfähigkeitsverhältnisse lässt sich das an der Südflanke aufgefahrene Tragsystem als nicht ausreichend dimensioniert bzw. nachgiebig bewerten.

#### **Standzeit**


Nach Abschluss der Salzgewinnung gab es von 1964 bis 1994 einen Zeitabschnitt ohne bergmännische Salzgewinnung bzw. mit nur wenigen Neuauffahrungen. In diesem Zeitraum wurde von 1984 bis 1992 der Tiefenaufschluss unterhalb der 775-m-Sohle zur Errichtung von Versuchsfeldern mit einem Ausbruchvolumen von ca. 240.000 m<sup>3</sup> aufgefahren. Das dort gewonnene Salz wurde zur Verfüllung der Südflanke genutzt, so dass ca. 350.400 t Eigenversatz während der Standzeit in die Südflanke eingebracht wurden. Die restlichen Abbaue waren in dieser Zeit unversetzt dem Gebirgsdruck ausgesetzt. Die lange offene Standzeit der Abbaue hat einen weiteren großen Einfluss auf den Schädigungsgrad der Tragelemente. In dieser Phase sind ca. 30 % der Schweben im Grubengebäude gebrochen [45].

#### **Versatzphase**

Um den steigenden Verformungs- und Schädigungsprozessen im Grubengebäude entgegenzuwirken, wurde von 1995 bis 2004 Blasversatz in die Abbaue im Baufeld an der Südflanke eingebracht.

Zusätzlich wird seit Ende 2009 im Rahmen der Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit und Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL), die Verfüllung von Resthohlräumen mit Sorelbeton betrieben. Somit wurden die durch Eigensetzung des Ronnenbergversatzes in den Abbauen der Südflanke entstandenen Firstspalte (Resthohlräume) sowie ausgewählte Abbaubegleitstrecken und Durchhiebe mit ca. 118.000 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt (Stand 31.03.2018), um den verformungsaktiven Hohlraum weitestgehend zu minimieren und das Tragsystem zu stabilisieren (vgl. Anhang 1.3).

In Anhang 1.2 ist die aktuelle Verfüllsituation, bezogen auf den Schnitt 1 mit Stand 04/2018, dargestellt. Von den 100 Abbauen der Südflanke (490- bis 725-m-Sohle) wurde bisher in 70 Abbauen die Verfüllung der Firstspalte abgeschlossen. Das entspricht einem Anteil von ca. 70 %. Dabei sind die Abbaureihe 1 nahezu komplett und der Ostflügel (Abbaureihen 5, 6, 7, 8 und 9) vollständig verfüllt. Am oberen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 62
-------------------------------------------------	-----------

Baufeldrand sind die Firstspalte der Abbaue der 511- und 532-m-Sohle nahezu verfüllt. Im Jahr 2017 und im ersten Quartal 2018 wurden die Firstspalte und Resthohlräume in folgenden Bereichen mit Sorelbeton verfüllt:

- Abbaue 7 und 8 auf der 700-m-Sohle;
- Abbaureihe 9 von der 595-m-Sohle bis zur 679-m-Sohle;
- Wendelstrecke von der 658-m-Sohle und Erkundungsstrecke nach Norden auf der 637-m-Sohle.

Bei der Umsetzung der Verfüllmaßnahmen ist eine messtechnische Überwachung der Bauzustände erforderlich, da im Rahmen der umzusetzenden Maßnahmen eine lokale Beeinflussung des Tragsystems, z. B. bedingt durch den Temperatur- und Feuchteeintrag bei der Betonage nicht ausgeschlossen werden kann. Die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung werden in Abschnitt 2.4.4.2 auf Blatt 44 und Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 45 dargestellt.

### 3.1 Messergebnisse

#### 3.1.1 Extensometer

Begonnen wurde die Firstspaltverfüllung im Bereich des Verformungsmaximums (Stand 2009), d. h. in den Abbauen 6 bis 8 auf der 532- und der 553-m-Sohle. Zum Berichtszeitpunkt ist die Firstspaltverfüllung im Ostflügel nahezu abgeschlossen. Im Westflügel verbleiben noch in ca. der Hälfte der Abbaue unverfüllte Firstspalte. Die gegenwärtige, räumliche Verteilung der Pfeilerstauchungsraten nach etwa 8 Jahren Firstspaltverfüllung zeigt, dass die Maxima im Ostflügel von 120 mm/a auf 73 mm/a im Jahr 2017 zurückgegangen sind. Diese nähern sich den Pfeilerstauchungsmaxima im Westflügel an (70 mm/a im Jahr 2017). Auch die Bandbreite der Pfeilerstauchungsraten hat sich signifikant reduziert (s. Anhang 3.2, Blatt 259 und 261).

Im Jahr 2017 ist, wie im Vorjahr, jedoch der Rückgang der Pfeilerstauchungsraten weiterhin abgeschwächt. Dabei ist sogar im zweiten Halbjahr 2017 an mehreren Messstellen – insbesondere im Bereich der Pfeilerstauchungsmaxima – ein Anstieg der querschlägigen Stauchungsraten zu beobachten.


Detailliertere Ergebnisse zu den Extensometermessungen sind Abschnitt 2.2.5 ab Blatt 26 zu entnehmen.

#### 3.1.2 Temperaturmessungen — messtechnisch erfasste Einwirkungen auf die Pfeiler und Schweben sowie die Versatzkörper

Die Lokationen der Messketten und -sensoren sind u. a. in [46] aufgeführt, so dass darauf nicht weiter eingegangen wird. Da die Verfüllung mit Sorelbeton kaum oder nur einen vorübergehenden Einfluss auf das Feuchteregime hat, entfällt seit Mai 2013 dessen Darstellung in der messtechnischen Überwachung der Firstspaltverfüllung.

Die Datenerfassung der Temperaturmessungen erfolgt automatisiert mittels Datenlogger. Zusätzlich werden die Temperatursensoren der SMS zur Erfassung der Temperatureinflüsse auf das Tragsystem genutzt.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 63

## Pfeiler

Die Temperaturmessungen in den Pfeilern zeigen im Allgemeinen etwa vier Wochen nach Beginn der Verfüllung von nahe gelegenen Firstspalten einen Temperaturanstieg von ca. 3 K (s. Anhang 7 auf Blatt 363). Abweichend wurde Mitte 2013 ein Temperaturanstieg von ca. 9 K im Pfeiler 1/2 (Südseite des Pfeilers) auf der 574-m-Sohle beobachtet. Im Umfeld der verfüllten Firstspalte verbleibt im Durchschnitt eine Temperaturerhöhung von ca. 2 K.

## Schweben (bzw. Restschweben)

Die Verfüllung eines Firstspaltes kann anhand der Temperaturmessung in der Schweben gut nachvollzogen werden. Wenige Tage nach Beginn der Verfüllung steigt die Temperatur in der Schweben um ca. 10 K an. Der maximale Temperaturanstieg wurde mit ca. 25 K in der Schweben zwischen den Abbauen 4/511 und 4/490 gemessen. Ungefähr vier Wochen bleibt die Temperatur konstant, dann ist eine stetige Temperaturabnahme erkennbar. Anhand der Temperaturmessungen kann auch die Nachverfüllung bereits betonierter Firstspalte erfasst werden, welche sich in einem erneuten Temperaturanstieg widerspiegelt. Der in Anhang 7 auf Blatt 364 dargestellte Temperaturverlauf zeigt Ende 2016 einen Wiederanstieg bedingt durch die Nachverfüllung des Abbaus 4/511 und der Schweben zum Abbau 4/490.

Nach ca. acht Jahren Beobachtungszeit ist der Ausgangswert (ca. 30 °C) vor der Verfüllung an allen messtechnisch beobachteten Standorten noch nicht erreicht. Es verbleibt eine Temperaturerhöhung von ca. 2 K in den Schweben.

## Versatz


Die Temperaturmessungen im Versatz zeigen nach Beginn der Verfüllung einen stetigen Anstieg von ca. 10 K (Mittelwert). Das erreichte Maximum bleibt ca. vier Wochen konstant, anschließend ist ein kontinuierlicher Temperaturrückgang erkennbar. Nach vierjähriger Beobachtungszeit wurde die Ausgangstemperatur von ca. 30 °C noch nicht erreicht. Es verbleibt eine Temperaturdifferenz von ca. 2 K. Der Betrag der Temperaturerhöhung ist von der Versatzmächtigkeit über der Instrumentierung abhängig und erreichte 15 K (s. Anhang 7 auf Blatt 365).

### 3.1.3 Salzlösungsmonitoring

Im Rahmen des Salzlösungsmonitorings werden die Fassungskmengen, die Austrittsorte und die physikochemischen Eigenschaften der zutretenden Salzlösung intensiv verfolgt und daraus eine sicherheitliche Bewertung abgeleitet.

Vor diesem Hintergrund sind die Einwirkungen der Firstspaltverfüllung auf den Salzlösungszutritt und sich eventuell abzeichnende Reaktionen im Gesamttragsystem von gebirgsmechanischer Bedeutung für die zielgerichtete Weiterführung der Verfüllmaßnahme.

Die wichtigsten Ereignisse im Jahr 2017 sind im Kapitel 5 (ab Blatt 168) beschrieben.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 64

### 3.1.4 Weitere Messverfahren

Zur Einschätzung des Einflusses der Firstspaltverfüllung auf die gebirgsmechanische Situation in den Tragelementen werden die Spannungsmonitorstationen in den Pfeilern herangezogen, in deren benachbarten Abbauen Firstspaltverfüllungen vorgenommen worden sind. Die Ergebnisse der Gebirgsspannungsmessungen in den Pfeilern können Abschnitt 2.1 (ab Blatt 14) entnommen werden.

Zur Einschätzung der gebirgsmechanischen Wirkung der Firstspaltverfüllung sind auch die Lastmessungen im Versatz von Abbauen zu berücksichtigen, in denen eine Firstspaltverfüllung erfolgt ist. Das betrifft den Abbau 1 auf der 616-m-Sohle, die Abbaureihe 7 von der 595- bis zur 658-m-Sohle sowie den Abbau 8/616 (s. Abschnitt 2.3, ab Blatt 35).

Die Auswertung der mikroseismischen Ereignisse ist ebenfalls Bestandteil der gebirgsmechanischen Überwachung der Firstspaltverfüllung (s. Abschnitt 2.4.4.9, ab Blatt 53).


### 3.2 Monitoringbereiche

Des Weiteren wurde ab 2012 sukzessive für alle relevanten Infrastrukturbereiche eine intensivere Beobachtung der Schädigungsprozesse mittels lokaler Monitoringprogrammen umgesetzt. Auf deren Grundlage wurden bzw. werden vorgezogenen Verfüllmaßnahmen bei Bedarf initiiert. Zum Berichtsstand werden der obere Baufeldrand, die Nebenabbau auf der 532-m-Sohle, der Westflügel der 553- und der 574-m-Sohle, die Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle, die Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle, die Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle (Gleitbogenausbau), der Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle, die nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle, sowie die 2. südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle intensiv überwacht. Mit diesen Maßnahmen soll eine Bewertung der Gebrauchstauglichkeit dieser Bereiche für den noch geplanten Nutzungszeitraum ermöglicht und durch die vorgezogenen Verfüllmaßnahmen der Schädigungsprozess verlangsamt werden. Die Bewertungen basieren auf den Ergebnissen der in diesem Kapitel aufgelisteten Messsysteme und werden anlassbezogen durch lokationsbedingte geotechnische Neuinstrumentierungen ergänzt. Die Firste sensibler Infrastrukturbereiche wird mittels Firstkontrollbohrungen, Georadarmessungen, visuellen Inspektionen (Einsatz von Bohrlochkamera und Endoskop, ggf. Quadrocopter), Mikroakustik, lokalen Firstnivelements, wiederholten Laserscans und systematischer Erfassung und Beobachtung des Rissinventars überwacht. Der aktuelle Status der Monitoringprogramme ist in Kapitel 4 ab Blatt 66 beschrieben.

### 3.3 Zusammenfassende Bewertung

Durch die Verfüllung der Firstspalte mit Sorelbeton in den versetzten Abbauen der Südflanke soll eine beschleunigte Kompaktion des Versatzes und damit eine verbesserte Stützwirkung in den Abbauen erzielt werden. Weiterhin wird durch die damit verbundene Stützung der Schweben und zum Teil auch von Pfeilerbereichen (Verdämmungswirkung) eine Stabilisierung der Tragelemente erreicht, welche die degressive Entwicklung der Verformungsraten unterstützt.


Die bisher entsprechend dem SBPI 6/2009 durchgeführten Firstspaltverfüllungen zeigten erste positive gebirgsmechanische Wirkungen im Hinblick auf die Resttragfähigkeit des Tragsystems der Südflanke bzw. einer verbesserten Einspannung des Versatzkörpers.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 65

Seit Mai 2013 hat sich die degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten verlangsamt. Entsprechend ist die Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 2 bis 4 sowie die Verfüllung der Resthohlräume am oberen Baufeldrand möglichst zügig fortzuführen.

Nach ca. acht Jahren Firstspaltverfüllung ist der Temperatúrausgangswert (ca. 30 °C) vor der Verfüllung im Baufeld an der Südflanke noch nicht erreicht. Es verbleibt eine Temperaturerhöhung von ca. 2 bis 3 K.

Die Salzlösungsaustritte im Baufeld an der Südflanke sind im Jahr 2017 gegenüber 2016 wenig verändert. Die Fassungsraten sind insgesamt im Jahr 2017 im Vergleich zu 2016 leicht zurückgegangen. Die gefassten Lösungen konzentrieren sich weiterhin noch etwas stärker auf den Abbau 3/658 und stehen somit nicht im direkten Zusammenhang mit der Firstspaltverfüllung.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 66
-------------------------------------------------	-----------

## 4 Lokale Monitoringprogramme zur Überwachung sensibler Infrastrukturbereiche

### 4.1 Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)

#### Einleitung

Die Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle stellen neben den Werkstätten, den Abbauen 8 und 9 im östlichen Teil der 490-m-Sohle sowie dem Abbau 2 auf der 511-m-Sohle für den weiteren Offenhaltungsbetrieb der Schachanlage Asse II wichtige Infrastrukturbereiche mit intensiver Nutzung dar. Aus gebirgsmechanischen Gefährdungsanalysen der Asse-GmbH [47], [48] und des Instituts für Gebirgsmechanik [43] ergab sich die Besorgnis einer zunehmenden Auflockerung in den Firstbereichen der infrastrukturell genutzten Abbaue, insbesondere der Abbaue 3/490, 4/490 und 2/511 am oberen Baufeldrand. Das Institut für Gebirgsmechanik empfahl in diesem Zusammenhang ein intensives Monitoring der Firsten dieser infrastrukturell genutzten Abbaue.


Zur Überwachung der Infrastrukturbereiche werden indirekte und direkte Messverfahren eingesetzt, darunter z. B. Mikroseismik, Firstkontrollbohrungen, Rissüberwachungen durch Gipsmarken und/oder Fissurometer sowie Konvergenzmessungen, um, falls erforderlich, geeignete Sicherungs- und/oder Stabilisierungsmaßnahmen rechtzeitig initiieren zu können. Ende des Jahres 2012 wurde mit der Umsetzung erster zusätzlicher Monitoringmaßnahmen in den Abbauen 3 und 4 auf der 490-m-Sohle sowie im Abbau 2 auf der 511-m-Sohle begonnen. Mit Georadarmessungen wurde der „IST“-Zustand der Abbaufirsten vor dem Hintergrund bereits vorhandener Schädigungen untersucht. Durch den Einbau des Firsttextensometers im Abbau 4/490 werden mögliche Auflockerungen der Firste des Abbaus messtechnisch erfasst. Desweiteren wurden mikroakustische Messnetze in den Abbauen 3/490 und 4/490 installiert, die zur Bewertung des Schädigungsgrades und dessen zeitlicher Entwicklung herangezogen werden sollen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Messergebnisse gegliedert nach den in Nutzung befindlichen Infrastrukturräumen dargestellt (vgl. [42]). Auf dieser Grundlage wird die aktuelle Situation insbesondere bezüglich des Schädigungsgrades und der Schädigungsentwicklung bewertet.

#### Wesentliche Änderungen

##### (Ver-)Änderungen im Berichtszeitraum

- Seit Januar 2018 läuft die Erstellung der Mauer zur Betonage des südlichen Bereichs im Abbau 4/490 (Bauwerk: RH-490-4.2) (vgl. Anhang 8.12 auf Blatt 377)
- Erstellung eines Fundaments im zentralen Teil nördlich des Bauwerks RH-490-4.2 im Abbau 4/490 für den Strahlenschutzcontainer
- Fertigstellung der Schalungswand (ca. 167 m<sup>3</sup>) im LSB 1 des Abbaus 3/490 als Vorbereitung der firstbündigen Betonage (Teil des Bauwerks: RH-490-3.2)
- „Planierung“ der Sohle im Abbau 4/490 und Auffüllen der Randbereiche mit Salzversatz/Sorelbeton (Fahrbahnbau)


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 67

## (Ver-)Änderungen im Jahr 2016

- Verfüllung des Laugespeicherbeckens 1 (LSB 1) im Abbau 3/490 mit Salzversatz (382 m<sup>3</sup>) mit anschließender Betonage einer Abschlusschicht von 268 m<sup>3</sup> Sorelbeton im Juni 2016
- Integration der Beschickungskammer und MAW-Kammer ins vorhandene Monitoringprogramm
- Betonage der Zugänge zum Blindschacht 3 auf der 490-m-Sohle im Juni 2016 (Bauwerke: RH-490-2.2, ca. 556 m<sup>3</sup> und RH-490-7.1, ca. 578 m<sup>3</sup>)
- Betonage des Zugangs zum Rolloch Abbau 4/490 im Zeitraum von September bis Oktober 2016 mit ca. 210 m<sup>3</sup> Sorelbeton (Bauwerk: RH-511-9.3)
- Verfüllung der Rissysteme in der Schwebe zwischen Abbau 4/490 und 4/511 mit ca. 200 m<sup>3</sup> Sorelbeton im Oktober 2016 (Bauwerk: RH-511-9.4)

## Abbau 3/490

Der Abbau 3 (s. Abbildung 4.1) auf der 490-m-Sohle wurde von 1962 - 1964 aufgefahren und 1993 zu ca. 2/3 mit angefeuchtetem Salzversatz teilverfüllt. Die aus gebirgsmechanischer Sicht ungünstig flach aufgefahrene Firste im Abbau 3/490 wurde mit Maschendrahtverzug und einer Systemankerung (ca. 1 Anker/m<sup>2</sup>, Ankerlänge: 1m) gesichert. Heute werden dort Zutrittslösungen und Salzlösungen (Anmachlösung) zur Sorelbetonproduktion in den Laugespeicherbecken (LSB) zwischengelagert. Von den insgesamt drei Speicherbecken (LSB 1, LSB 2 und LSB 3) im Abbau 3 sind nur noch die Speicherbecken LSB 2 und LSB 3 in Betrieb. Das LSB 1 wurde auf Grund von festgestellten Firstschädigungen in Form von größeren Ablösungen vorsorglich im Juni 2015 außer Betrieb genommen (vgl. [49]), im Juli 2016 mit Salz versetzt und im Anschluss mit einer Sorelbetonabschlusschicht (Sorelbeton A1) von ca. 268 m<sup>3</sup> bis auf das Niveau der Dammkronen verfüllt. Gegen Ende 2017 wurde eine firstbündige Schalungswand aus Sorelbeton um das LSB 1 errichtet, so dass bei einer Verschlechterung der Monitoringergebnisse dieser Bereich mit Sorelbeton verfüllt werden kann. Im nördlichen Teil des Abbaus befinden sich die Pumpensysteme und Schaltschränke, welche die Förderung der gesammelten Lösungen nach über Tage und die Annahme der Lösungen zur Sorelbetonproduktion sichern.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 68



Abbildung 4.1: Fotoaufnahme des Abbaus 3/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Südost

## Messsysteme und Messergebnisse

### Firstkontrollbohrungen

Im Abbau 3/490 sind 11 Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 15/490-3 bis 25/490-3) vorhanden, die sich überwiegend im nördlichen Teil des Abbaus befinden (Anhang 8.2 auf Blatt 367). Die Inspektionen dieser Firstkontrollbohrungen erfolgten zuletzt im November 2017. Mit Ausnahme der Firstkontrollbohrung FK-Brg. 15/490-3, wurden in den restlichen Bohrungen keine Hinweise auf geöffnete Risse gefunden. Zu dem im Jahr 2013 festgestellten geöffneten Riss in ca. 0,7 Meter Tiefe in der Firstkontrollbohrung FK-Brg. 15/490-3 (s. Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3) sind seitdem keine weiteren offenen Rissbildungen hinzugekommen.



Abbildung 4.2: FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Nord



Abbildung 4.3: FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Süd

### Visuelle Befunde

Die visuellen Inspektionen sind oberhalb des LSB 1 seit der Erstellung der firstbündigen Schalungswand im LSB 1 nur noch eingeschränkt möglich, da der Bereich gesperrt ist. Im restlichen Abbau zeigten sich in der Vergangenheit einige konturnahe Rissbildungen (s. Abbildung 4.4). Im nordwestlichen Abbaubereich (nördlich der nördlich begrenzenden Schalungswand des LSB 1, oberhalb der Pumpensysteme) wurden Ende des Jahres 2017/Anfang des Jahres 2018 konturnahe Rissbildungen festgestellt (s. Abbildung 4.5 auf Blatt 70). Die Schädigungsentwicklung in diesem Bereich ist in guter Übereinstimmung mit der in der Vergangenheit registrierten erhöhten mikroakustischen Aktivität (Abschnitt 2.5.4.1 auf Blatt 56).

Bei der letzten visuellen Inspektion der Firste des Abbaus 3/490 im April 2018 wurden neue konturnahe Abschabungsbildungen festgestellt und entsprechend in Abbildung 4.4 auf Blatt 69 aufgenommen.

Zudem wurden zwischen September 2016 und November 2017 bisher sieben abgerissene Ankerplatten gefunden. Sechs dieser abgerissenen Ankerplatten stammen von Ankern aus den Randbereichen des Abbaus (s. Abbildung 4.6 auf Blatt 70 und Abbildung 4.7 auf Blatt 71).

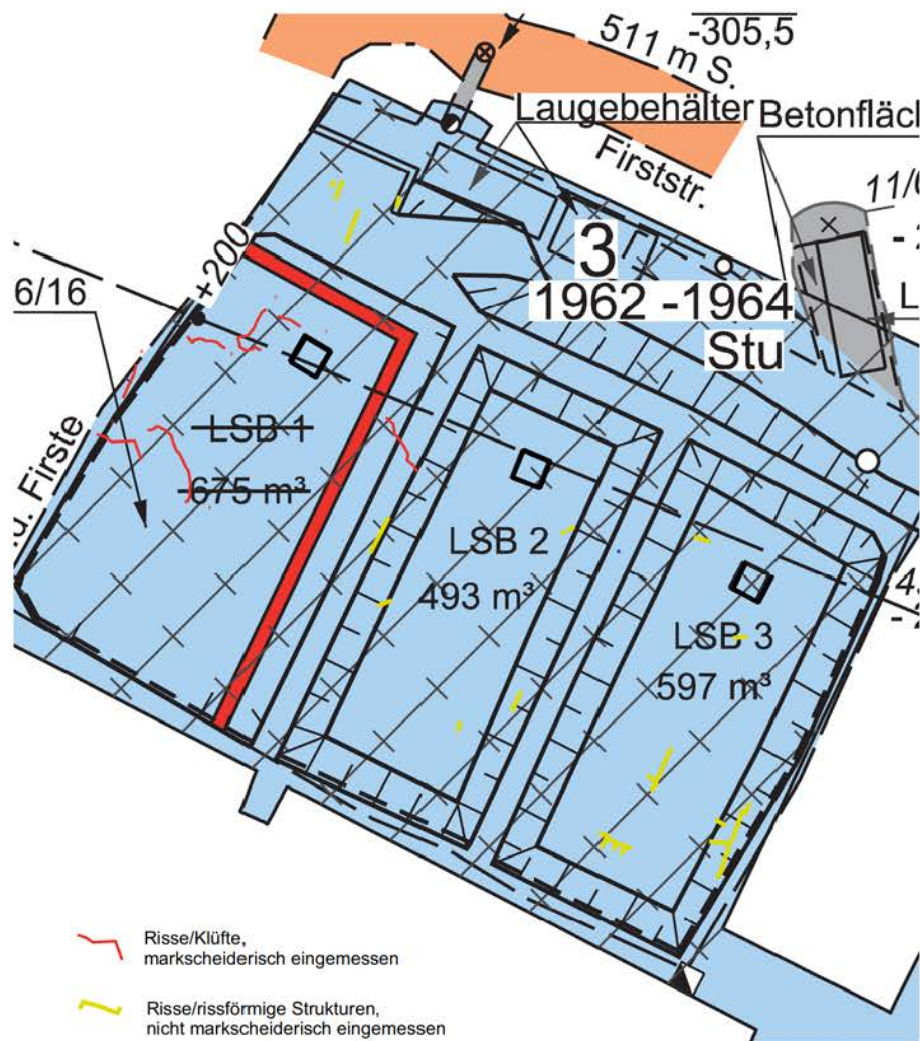



Abbildung 4.4: Übersicht der Rissbildungen im Abbau 3/490 (Stand: 04/2018)

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 70

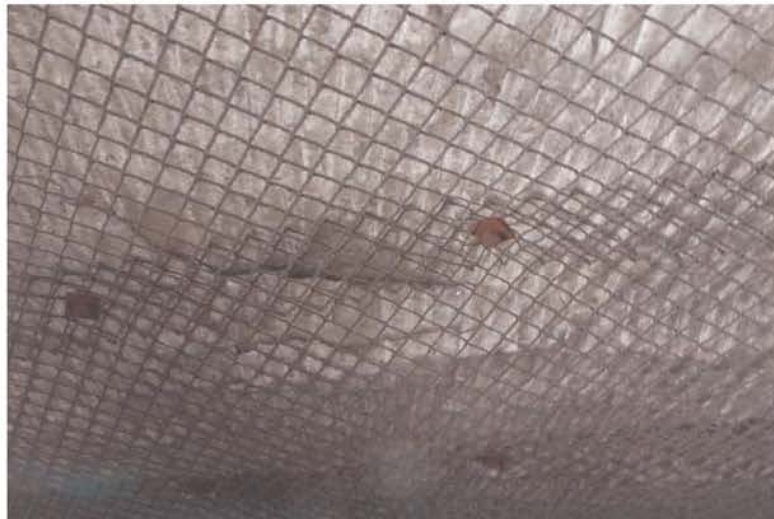


Abbildung 4.5: Rissbildungen im nordwestlichen Bereich von Abbau 3/490, Fotoaufnahmen vom 11.04.2018

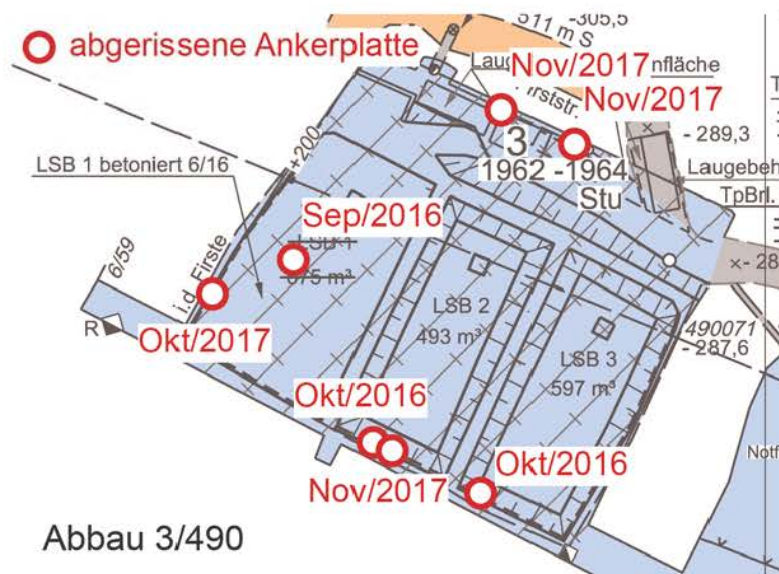


Abbildung 4.6: Lage der abgescherten Ankerplatten im Grundriss (Stand: 12/2017)



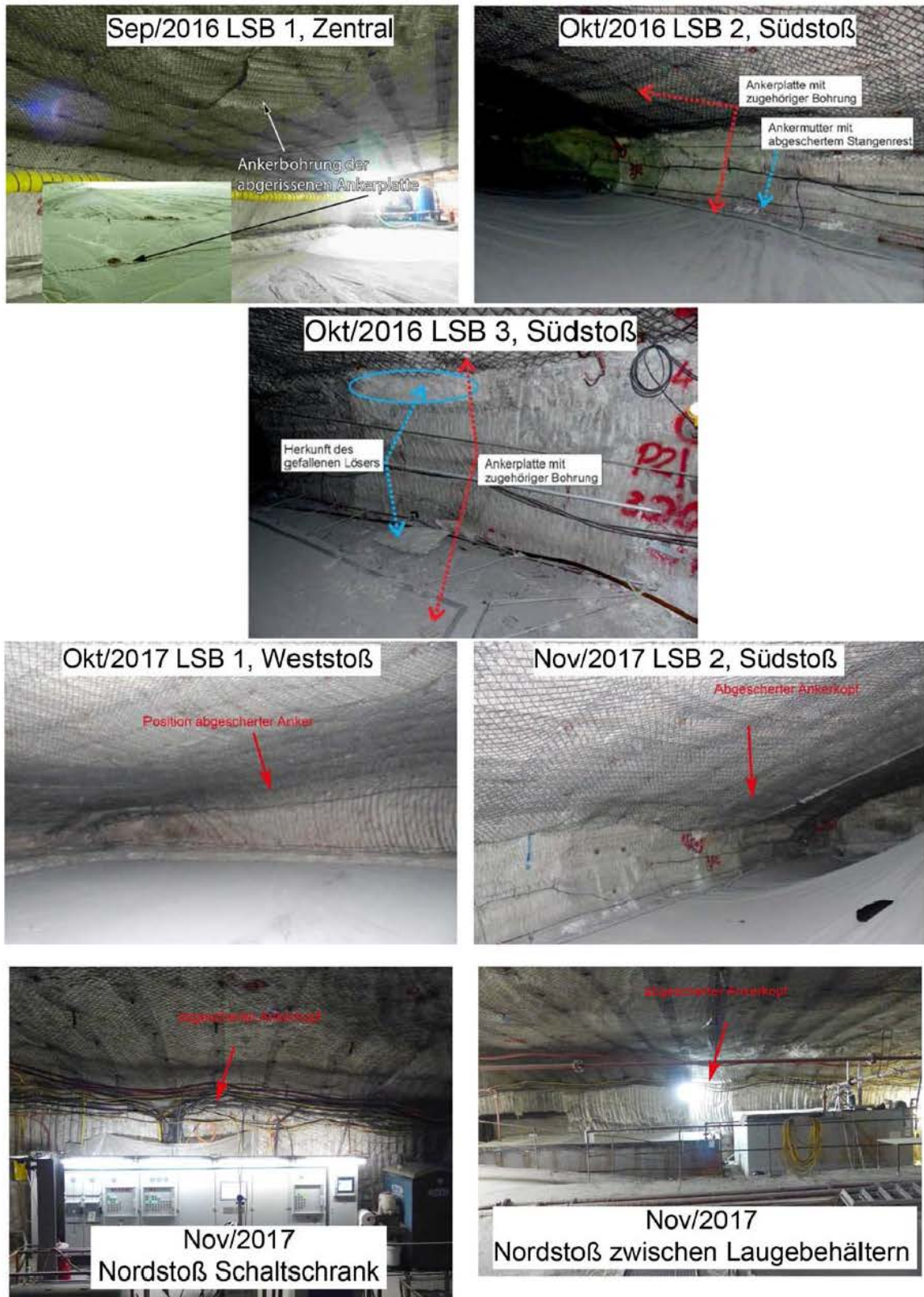



Abbildung 4.7: Lage der abgesicherten Ankerplatten (Stand: 12/2017)

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 72

### ***Firstankerüberwachungspunkte***

Zum Ausbau des Firstmonitorings wurden im Februar 2018 insgesamt 16 Punkte (FUE-001 bis FUE-016) im Firstbereich des Abbaus 3/490 ausgewählt und mit Reflektorfolien versehen (s. Anhang 8.6 auf Blatt 371). Diese werden zukünftig monatlich bezüglich ihrer relativen Höhenänderung markscheiderisch vermessen.

### ***Konvergenzmessungen***

#### **Horizontale Konvergenzen**

Es befinden sich zwei horizontal querschlägige (Messstellen: 4903–4904 und 4911–4912) und eine horizontal streichende Konvergenzmessstelle (Messstelle: 4913–4914) im Abbau 3/490 (s. Anhang 8.1 auf Blatt 366). Die horizontal-streichende Konvergenzmessstelle 4913–4914 wurde abschließend im September 2017 vermessen und wird zukünftig durch die Ersatzmessstelle 4913–4932 ersetzt. Des Weiteren wurden im Januar 2017 die Konvergenzmessstellen 4913–4931 und 4929–4930 eingerichtet.

Die mittleren horizontal querschlägigen Konvergenzraten im Abbau 3/490, die aus den Quartalsmessungen ermittelt wurden, zeigten im Jahr 2017 deutlich geringere Konvergenzraten gegenüber dem Jahr 2016 (vgl. Tabelle 4.1 auf Blatt 72 und Anhang 8.5 auf Blatt 370). In querschlägiger Richtung wurden Konvergenzraten zwischen 5,8 bis 6,3 mm/a (2016: 10,8 bis 12,6 mm/a) ermittelt. In streichender Richtung betrug die Konvergenzrate 2,4 mm/a (2016: 4,4 mm/a). Für die Messstelle 4913–4931 beträgt die berechnete Konvergenzrate 6,4 mm/a. Für die Messstelle 4929–4930 wurde eine Konvergenzrate von 0,9 mm/a ermittelt.

*Tabelle 4.1: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 3/490*

		Messstelle:				
		4903–4904	4911–4912	4913–4914	4913–4931	4929–4930
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]				
2009	130	10,0	11,2	9,2		
2010	365	8,6	9,6	2,1		
2011	365	9,9	8,5	2,9		
2012	366	9,6	7,7	3,6		
2013	365	6,7	7,2	3,6		
2014	365	7,8	6,9	2,5		
2015	365	8,5	7,5	4,6		
2016	366	12,6	10,8	4,4		
2017	365	6,3	5,8	2,4 <sup>(1)</sup>	6,4 <sup>(2)</sup>	0,9 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Abschlussmessung erfolgte am 05.09.2017. Die Konvergenzrate bezieht sich auf 248 Tage.

<sup>(2)</sup> Die Konvergenzrate bezieht sich auf 340 Tage.

<sup>(3)</sup> Die Konvergenzrate bezieht sich auf 340 Tage.

## Vertikale Konvergenzen

Die vertikalen Konvergenzraten im Abbau 3/490 folgen dem langfristigen Trend. Die Konvergenzen werden seit 2009 monatlich erfasst. Im Jahr 2017 wurden Konvergenzraten von 24 und 34 mm/a für die Messstellen 4915 und 4916 auf dem östlichen Damm und Konvergenzraten von 19 bis 20 mm/a für die Messstellen 4917 und 4918 auf dem westlichen Damm ermittelt (s. Abbildung 4.8 auf Blatt 73 und Tabelle 4.2 auf Blatt 74). Wie schon in vergangenen Berichten dargestellt wurde (vgl. [49], [30]), fand im Abbau 3/490 seit ca. März 2011 eine gleichmäßig beschleunigte Veränderung der vertikalen Konvergenzentwicklung statt. Die Veränderung der vertikalen Konvergenzraten in 2017 gegenüber dem Vorjahr 2016 ist nur leicht verringert und befindet sich damit auf einem ähnlichen Konvergenzniveau. Rückblickend lässt sich festhalten, dass sich die Konvergenzraten seit 2013/2014 auf ein stabiles Konvergenzniveau eingeregelt haben (vgl. Tabelle 4.2 auf Blatt 74).

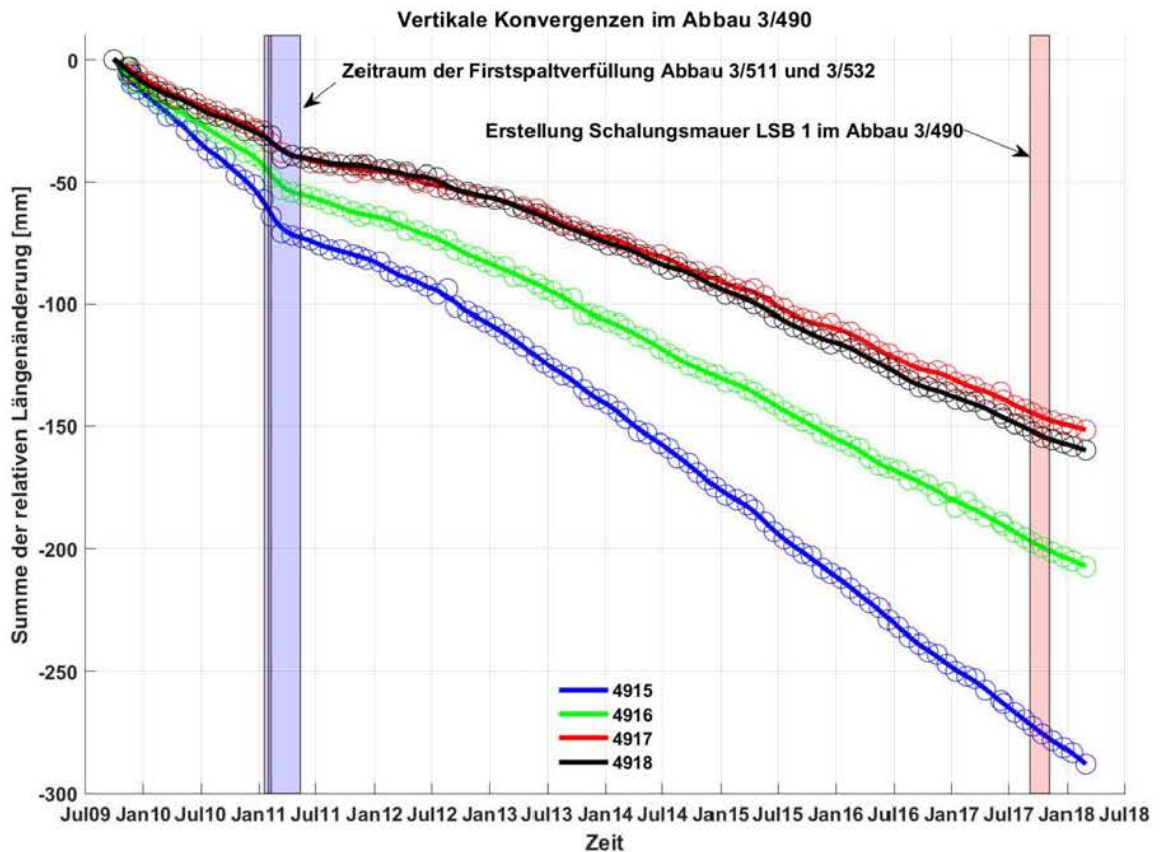


Abbildung 4.8: Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490

## Fissurometermessungen

Die Dämme zwischen den Laugespeicherbecken (LSB 1, LSB 2 und LSB 3) bestehen aus aufgeschüttetem konsolidiertem Salzversatz. Auf Grund der Sohlenaufwölbung bzw. der querschlägigen Schwebenstauchungen, als direkte Reaktion der einwirkenden Gebirgsspannungen, bildeten sich in diesen Dämmen Risse, deren Ausbissverläufe ca. Ost–West streichen und auf ca. halber Dammstrecke liegen (vgl. Anhang 8.1 auf Blatt 366). Insgesamt werden fünf dieser Risse messtechnisch durch Fissurometermessstellen überwacht:

- Westlicher Damm (zwischen LSB1 und LSB2): Messstellen 013 F und 014 F,


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 74

Tabelle 4.2: Vertikale Konvergenzraten im Abbau 3/490

Jahr	Tage	Messstellenbezeichnung			
		4915	4916	4917	4918
Jahresmittelwerte der Konvergenzraten in mm/a					
2009	94	54	48	30	37
2010	365	42	30	22	21
2011	365	28	23	16	14
2012	366	25	19	11	12
2013	365	33	23	17	19
2014	365	36	24	18	19
2015	365	35	25	19	21
2016	366	37	25	21	22
2017	365	34	24	19	20

- Östlicher Damm (zwischen LSB2 und LSB3): Messstellen 015 F, 033 F (004 F) und 035 F (016 F).

Die langfristige Entwicklung bleibt seit längerem erhalten. Die größten Änderungen der Rissentwicklungen werden auf dem östlichen Damm beobachtet. Die Raten sind gegenüber dem Vorjahr 2016 leicht degressiv verändert. Für das Jahr 2017 wurden Verschiebungsraten für die Öffnungsweiten im Mittel von 7,01 mm/a (035 F, s. Anhang 8.11 auf Blatt 376) und 4,73 mm/a (033 F, s. Anhang 8.10 auf Blatt 375) gemessen. Messstelle 015F (s. Anhang 8.9 auf Blatt 374) zeigt seit 2013 Werte in der Gesamtverschiebung von  $\leq 1$  mm/a. Auf dem westlichen Damm zeigten sich weiterhin nur leichte Änderungen der Raten der Gesamtverschiebung, die mit  $\leq 1$  mm/a auch im Jahr 2017 weiterhin auf einem geringen Niveau liegen (s. Anhang 8.7 auf Blatt 372 und s. Anhang 8.8 auf Blatt 373).


### **Mikroakustische Messungen im Firstbereich des Abbaus 3/490**

Die Messergebnisse der mikroakustischen Überwachung für den Abbau 3/490 zeigt Abschnitt 2.5.4.1 auf Blatt 56.

### **Bewertung und Empfehlung**

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 3/490 ist nur noch eingeschränkt gegeben. Die Firstbereiche oberhalb der LSB 2 und 3 zeigen visuell Anzeichen von Firstschädigungen in Form von Ablösungen, die sich insbesondere auf den südlichen und südöstlichen Abbaubereich konzentrieren. Nennenswerte visuelle Veränderungen gegenüber der im Februar 2015 aufgenommenen Schädigungen oberhalb des LSB 2 und LSB 3 (vgl. [49] o. Abbildung 4.4 auf Blatt 69) sind kleinere Ablösungsbildung oberhalb des LSB 2 im südlichen Bereich, Rissbildungen im nordwestlichen Bereich des Abbaus 3/490 oberhalb der Pumpensysteme (s. Abbildung 4.5 auf Blatt 70), sowie oberhalb des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2.

Oberhalb des LSB 1 bleibt die Notwendigkeit weiterer Stabilisierungsmaßnahmen bestehen. Auf Grund von erheblichen konturnahen Ablösungsbildungen wurde das LSB 1 im Juni 2015 vorsorglich außer Betrieb genommen und im Juni 2016 betoniert. Da die im September 2016 im Bereich der größten Ablösung vorgefundene abgerissene Ankerplatte darauf hindeutet, dass die Schädigungsentwicklung

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 75
-------------------------------------------------	-----------

weiter anhält und als Indiz für eine zunehmende Schädigungsentwicklung in diesem Bereich zu werten ist, wurde in [50] eine firstbündige Betonage empfohlen. Diese soll zum einen einer fortlaufenden Schädigungsentwicklung oberhalb des LSB 1 entgegenwirken, zum anderen aber auch die Firstspannweite des Abbaus 3/490 reduzieren (s. Anhang 8.4 auf Blatt 369). Darüber hinaus bleibt die Empfehlung des vollständigen Rückzugs aus Abbau 3/490 bestehen (s. [43], [41], [49] und [23]). Dies sollte nach Fertigstellung der übertägigen Annahmestelle für Lösungen II (AFL II) sowie nach Vorbereitung eines alternativen Standortes für die weiterhin erforderliche Zwischenspeicherkapazität für Salzlösungen und die Pumpentechnik schnellstmöglich erfolgen.

### **Abbau 4/490**

Der Abbau 4 auf der 490-m-Sohle (s. Abbildung 4.9) wurde in der Zeit von 1962 - 1963 aufgefahren und wird derzeit als Infrastrukturräum genutzt. Die Abbaulänge beträgt ca. 55 Meter, die Breite ca. 40 Meter und die Höhe ca. 6 Meter. Der Abbau 4 ist damit der einzige Abbau auf der 490-m-Sohle, der gegenüber den anderen Abbauen mit einer geringeren Höhe aufgefahren wurde. Das Notfalllager, das im westlichen Abbaubereich untergebracht war, wurde im Zuge der Vorbereitungen der Stützbauwerkerstellung im südlichen Teil des Abbaus 4/490, auf die 553-m-Sohle verlegt. Der nord-westliche Teil des Abbaus 4/490 wird nun als Schachtlager genutzt. Der überwiegende Teil des Abbaus wird weiterhin als Zwischenlagerplatz und zum Abstellen von Fahrzeugen genutzt.

Die Sohle des Abbaus wurde letztmalig im Jahr 2004 planiert. Zur Stabilisierung der Schwebelage des Abbaus wurde im Februar 2011 im darunterliegenden Abbau 4/511 der Resthohlraum im Rahmen der Firstspaltverfüllung verfüllt. In den vergangenen Jahren hat sich die Sohle des Abbaus 4/490 auf Grund der einwirkenden Gebirgsspannungen erneut stark aufgewölbt. Lokale Schädigungen der Firste im Bereich der Trafostation und im Bereich des Notfalllagers wurden durch Maschendrahtverzug und Ankerung gesichert. Im Oktober 2016 wurden insgesamt ca. 200 m<sup>3</sup> Sorelbeton in die Resthohlräume im Firstbereich des Abbaus 4/511 und in Spalten innerhalb der Schwebelage zwischen Abbau 4/490 und 4/511 eingebracht. Ende des Jahres 2017 und Anfang 2018 wurde die Sohle durch Aufschüttung von Salz in den Randbereichen geebnet und ein Sorelbetonfundament im zentralen Abbau erstellt.

### **Messsysteme und Messergebnisse**

#### ***Firstkontrollbohrungen***

Die Inspektionen der 14 Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 1/490-4 bis FK-Brg. 14/490-4) zeigten im November 2017 keine Hinweise auf offene Risse. Die sieben Firstkontrollbohrungen in der Diagonalstrecke zum Abbau 4/490 (FK-Brg. 1/490-DSA4 bis FK-Brg. 7/490-DSA4) wurden letztmalig im Februar 2018 inspiziert und zeigten dabei ebenfalls keine Hinweise auf offene Risse. Die Lage der Firstkontrollbohrungen kann Anhang 8.2 auf Blatt 367 entnommen werden.

#### ***Konvergenzmessungen***

Im Abbau 4/490 befinden sich zwei horizontal-querschlägige (Messstellen: 4919–4920 (westlich), 4921–4922 (östlich)) und eine horizontal streichende Konvergenzmessstelle (Messstelle: 4923-4924), die seit dem Jahr 2014 quartalsweise gemessen werden (s. Anhang 8.1 auf Blatt 366).

Die horizontal-querschlägigen Konvergenzraten lagen im Jahr 2017 zwischen 15,8 und 17,3 mm/a (2016: 18,2 bis 22,1 mm/a). In streichender Richtung wurde eine Konvergenzrate von 6,1 mm/a (2016: 4,3 mm/a) festgestellt (s. Tabelle 4.3 auf Blatt 76 und Anhang 8.13 auf Blatt 378).



Abbildung 4.9: Fotoaufnahme des Abbaus 4/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Süd-West

Tabelle 4.3: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 4/490

		Messstelle:		
		4919–4920	4921–4922	4923–4924
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]		
2014	224	20,1	16,1	2,9
2015	365	18,3	16,0	3,9
2016	366	18,2	22,1	4,3
2017	365	15,8 <sup>(1)</sup>	17,3	6,1

<sup>(1)</sup> Letzte Messung am 26.10.2017. Die Konvergenzrate bezieht sich auf 299 Tage

### **Firstextensometer**

Im Zentrum des Abbaus 4/490 befindet sich ein Firstextensometer (490002) von 9 Metern Länge mit Ankerpunkten in 3 m, 6 m und 9 m Tiefe, das seit dem 03.12.2013 die Verformungen im Firstbereich erfasst. Vom 30.11.2016 bis zum 03.01.2017 wurden auf Grund technischer Defekte keine Messdaten erfasst. Insgesamt wurde seit Beginn der Messwertaufzeichnung eine Dehnung von ca. 3,7 mm zwischen Firste (Firstextensometerkopfpunkt) und dem tiefsten Extensometerpunkt (9 m) gemessen. Die Verschiebungen laufen mit geringen Verschiebungsraten von  $\leq 1$  mm/a ab (s. Anhang 8.14 auf Blatt 379). Im Jahr 2017 wurden die größten Verformungsraten mit  $0,177 \frac{mm}{m}/a$  im Bereich zwischen 0 und 3 Metern gemessen (vgl. Tabelle 4.4 auf Blatt 77).


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 77

Tabelle 4.4: Berechnete mittlere Verformungsraten ( $\frac{mm}{m}/a$ ) für die Abschnitte 0-3 m, 3-6 m und 6-9 m aus den Firstextensometerdaten im Abbau 4/490

		FiEx-490002		
		$\Delta_{0-3m}$	$\Delta_{3-6m}$	$\Delta_{6-9m}$
Jahr	Tage	Verformungsrate [ $\frac{mm}{m}/a$ ]		
2013	29	-0,378	-0,420	0,090
2014	365	0,067	0,233	0,200
2015	365	0,090	0,157	0,021
2016	366	0,216	0,003	0,036
2017	365	0,177	0,043	0,057

### Firstüberwachung

Im Abbau 4/490 befinden sich insgesamt fünf Firstüberwachungspunkte mit den Bezeichnungen FUE017, FUE018, FUE019, FUE020 und FUE021 (s. Anhang 8.1 auf Blatt 366). Zudem wird der Kopfpunkt des Extensometers FiEx 490002 in die Firstüberwachung mit eingebunden. Bezogen werden die relativen Firstsenkungen seit dem 10.10.2016 auf den Polygonpunkt PP 490082 (davor auf den Polygonpunkt PP 490072). Die erste Bezugsmessung fand am 31.07.2014 statt. Die Absenkungen werden als negative, die Hebungen als positive Messwerte in der Tabelle 4.5 auf Blatt 78 dargestellt. Die Messwerte der Firstüberwachung weisen auf eine gleichmäßige Firstsenkung im Abbau 4/490 hin.


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 78

Tabelle 4.5: Ergebnisse der Firstüberwachung im Abbau 4/490 bezogen auf den Polygonpunkt PP 490072 bzw. PP 490082

alte Bez.	Messstellenbezeichnung					
	FN34	FN35	FN36	FN37	FN38	FiEx 490002
neue Bez.	FUE017	FUE018	FUE019	FUE020	FUE021	FiEx 490002
Datum	Kumulative Absenkungen [mm]					
31.07.2014	0	0	0	0	0	0
18.08.2014	0	1	0	2	2	3
18.11.2014	-7	-7	-6	-6	-6	-6
19.11.2014 <sup>(1)</sup>	-7	-7	-6	-6	-6	
29.01.2015	-12	-12	-12	-13	-13	
04.05.2015 <sup>(2)</sup>	-11	-11	-10	-11	-12	-3
30.07.2015 <sup>(3)</sup>	-17	-16	-16	-17	-17	-16
10.11.2015	-24	-22	-23	-23	-24	-16
27.01.2016	-29	-28	-28	-29	-31	-22
02.05.2016	-39	-39	-40	-40	-41	
02.08.2016	-54	-53	-53	-54	-56	-47
11.10.2016						(4)
10.11.2016	-66	-65	-66	-68	-69	-47
26.01.2017	-70	-69	-70	-71	-72	-51
02.05.2017	-76	-76	-76	-77	-79	-57
18.08.2017	-85	-85	-85	-86	-88	-66
26.10.2017	-94	-93	-94	-96	-98	-76
31.01.2018	-98	-98	-98		-102	-79

<sup>(1)</sup> Erneute Bezugsmessung, Reflektorfolien an FN34, FN35, FN36, FN37 & FN38 installiert

<sup>(2)</sup> In der Vergangenheit lag seit dem 04.05.2015 ein Berechnungsfehler für die Messstelle **FiEx 490002** vor, der sich auf die zukünftigen Daten ausgewirkt hatte. Dieser Berechnungsfehler wurde entsprechend korrigiert.

<sup>(3)</sup> Erneute Bezugsmessung, neuer Bezugspunkt PP 490082

<sup>(4)</sup> keine erneute Bezugsmessung, Reflektorfolie an FiEx 490002 installiert


### Georadarmessungen

Zur Bewertung des Schädigungsgrades im Firstbereich des Abbaus 4/490 wurden im November 2012 Georadarmessungen durchgeführt. Aus den Abschlussbewertungen der Ergebnisberichte [51] und [52] ist zu entnehmen, dass zum Zeitpunkt der durchgeführten Messungen im November 2012 keine markanten Ablösungen, Klüfte, Schwäche-/Störungszonen, Materialwechsel und Feuchtstellen in den gemessenen Profilen detektiert worden sind.

### Mikroakustische Messungen im Firstbereich des Abbaus 4/490

Die Messergebnisse der mikroakustischen Überwachung für den Abbau 4/490 zeigt Abschnitt 2.5.4.2 auf Blatt 58.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 79
-------------------------------------------------	-----------

### Visuelle Befunde

Im Jahr 2004 wurde die Sohle des Abbaus 4/490 letztmalig durch Nachschneiden hergerichtet. Die damals nahezu ebene Sohlenfläche hat sich im Laufe der Jahre bedingt durch Konvergenz stark aufgewölbt, so dass sich eine starke Aufblätterung der Sohle bildete.

Es deuten sich konturnahe Abschalungen im Firstbereich des nordwestlichen Bereichs des Abbaus 4/490 an, die von ihrer Raumlage auch mit dort detektierten mikroakustischen Ereignissen zusammenfallen (s. Abbildung 2.1 auf Blatt 58). Am südlichen zentralen Übergangsbereich zwischen Stoß und Firste nahmen die Schädigungen weiter zu (Abbildung 4.10 auf Blatt 79), die im September 2017 beraubt und lokal gesichert wurden.




Abbildung 4.10: Fotoaufnahme des südlichen zentralen Bereichs vom Abbau 4/490, Übergang Stoß Firste, konturnahe Schädigungsbildung mit Ankersicherung vom 04.04.2018

### Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 4/490 ist derzeit gegeben. Auf Grund der starken Sohlenaufwölbung, die sich aus der relativ geringen Widerstandsfähigkeit bzw. der hohen Nachgiebigkeit der relativ geringmächtigen Schweben zum Abbau 4/511 und der südlich einwirkenden Gebirgsspannungen ergab, wurden erste Stabilisierungsmaßnahmen im Oktober 2016 umgesetzt. Weitere Stabilisierungsmaßnahmen befinden sich in der Umsetzung (s. Anhang 8.12 auf Blatt 377). Durch die Einbringung des Stützbauwerks (Bauwerk: RH-490-4.2) im südlichen Bereich des Abbaus 4/490 wird zum einen die Firstspannweite reduziert und zum anderen der weiter stattfindenden Sohlenaufwölbung und der beginnenden Schädigungsentwicklung im südlichen Firstbereich entgegengewirkt werden.

### Abbau 8/490

Der Abbau 8/490 wurde in der Zeit von 1962-1964 mit einer Höhe von ca. 15 Metern aufgefahren und später bis auf ca. 10 Meter Höhe mit Salzversatz wieder aufgefüllt. Der Abbau 8/490 wird als betrieblicher Lagerplatz und zum Abstellen von Fahrzeugen genutzt (s. Abbildung 4.11).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 80
-------------------------------------------------	-----------



Abbildung 4.11: Fotoaufnahme des Abbaus 8/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Süd-Ost

## Messsysteme und Messergebnisse

### **Firstkontrollbohrungen**

Im Abbau 8/490 befinden sich insgesamt neun Firstkontrollbohrungen mit 3 m Länge (FKBrg. 11/490-8 bis FKBrg. 19/490-8, s. Anhang 8.2 auf Blatt 367). Die Inspektionen dieser Bohrungen im November 2017 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildung.

### **Konvergenzmessungen**

Die horizontal-querschlägige Konvergenzrate im Abbau 8/490 wird seit dem Jahr 2009 quartalsweise über die Messstelle 4909–4910 gemessen. Der langfristige Trend der Konvergenzraten bleibt erhalten (vgl. Tabelle 4.6 auf Blatt 81 und Anhang 8.15 auf Blatt 380). Im Jahr 2017 zeigte sich gegenüber dem Vorjahr eine verringerte Konvergenzrate von 23,6 mm/a (2016: 26,6 mm/a).

### **Visuelle Befunde**

Im Abbau 8/490 wurden im März 2018 visuell keine nennenswerten Veränderungen im Firstbereich festgestellt.

### **Bewertung und Empfehlung**

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 8/490 ist derzeit gegeben. Aufgrund der sehr flachen Firstwölbung und der langen Standzeit sind jedoch gewölbeartige Auflockerungen zu besorgen. Daher sind Mitte 2018 Georadarmessungen an der Firste vorgesehen.


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 81

Tabelle 4.6: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 8/490


		Messstelle:
		4909–4910
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]
2009	130	26.7
2010	365	24.2
2011	365	24.6
2012	366	23.4
2013	365	23.5
2014	365	24.8
2015	365	22.7
2016	366	26.6
2017	365	23.6

### Abbau 9/490

Der Abbau 9/490 ist über den Abbau 8/490 erreichbar und wurde in der Zeit von 1962-1964 aufgefahren und später zu zwei Dritteln mit Salzversatz aufgefüllt. Der Abbau 9/490 wird als betrieblicher Lagerplatz genutzt (s. Abbildung 4.12). Im Juni 2016 wurde der Zugang zum Blindschacht 3 (Bauwerk: RH-490-7.1) mit ca. 578 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt.



Abbildung 4.12: Fotoaufnahme des Abbaus 9/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Süd-Ost

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 82
-------------------------------------------------	-----------

## Messsysteme und Messergebnisse

### ***Firstkontrollbohrungen***

Im Abbau 9/490 befinden sich insgesamt neun Firstkontrollbohrungen mit 3 m Länge (FKBrg. 11/490-9 bis FKBrg. 19/490-9, s. Anhang 8.2 auf Blatt 367). Die Inspektionen dieser Bohrungen im November 2017 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildung.

### ***Visuelle Befunde***

Visuell wurden im Abbau 9/490 im März 2018 keine Auffälligkeiten im Firstbereich festgestellt.

### ***Bewertung und Empfehlung***


Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 9/490 ist derzeit gegeben. Aufgrund der sehr flachen Firstwölbung und der langen Standzeit sind jedoch, wie auch im Abbau 8/490, gewölbeartige Auflockerungen zu besorgen. Daher sind Mitte 2018 Georadarmessungen an der Firste geplant.

### **E-Werkstatt/490**

Die E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle befindet sich in der aufgeweiteten Sattelrichtstrecke nach Osten im östlichen Grubenteil der 490-m-Sohle nördlich des Abbaus 9/490 (s. Abbildung 4.13). Im Juni 2016 wurde der östliche Bereich der E-Werkstatt (Zugang Richtung Blindschacht 3) betoniert (Bauwerke: RH-490-2.2, ca. 556 m<sup>3</sup>) und eine neue Ersatzfluchtbohrung eingerichtet (vgl. Anhang 8.1 auf Blatt 366)



Abbildung 4.13: Fotoaufnahme der E-Werkstatt/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Nord-Ost

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 83

## Messsysteme und Messergebnisse

### *Firstkontrollbohrungen*

Insgesamt befinden sich zwei Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 1/490-E und FKBrg. 2/490-E) mit einer Länge von 3 Metern im direkten Arbeitsbereich der E-Werkstatt. Die letzten Inspektionen dieser Bohrungen im Februar 2018 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen. Die Lage der Firstkontrollbohrungen ist Anhang 8.2 auf Blatt 367 zu entnehmen.

### *Konvergenzmessungen*

Im Mai 2014 wurden zwei horizontal-querschlägige Konvergenzmessstellen (4925–4926 und 4927–4928) in der E-Werkstatt eingerichtet. Die Konvergenzentwicklung zeigte 2017 geringe Konvergenzraten von 1 bis 1,5 mm/a (s. Tabelle 4.7 auf Blatt 83 und Anhang 8.17 auf Blatt 382).

Tabelle 4.7: Horizontale Konvergenzraten in der E-Werkstatt/490

		Messstelle:	
		4925–4926	4927–4928
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2014	224	1,4	–2,3
2015	365	0,8	–0,1
2016	366	–0,5	–0,5
2017	365	1,0	1,5

### *Fissurometermessungen*

In der E-Werkstatt werden die Rissentwicklungen am südlichen Stoß durch zwei Fissurometer überwacht. Die Messstelle 020F befindet sich im Bereich des Pausenraums, die Messstelle 012F (s. Abbildung 4.14) am südlichen Stoß der E-Werkstatt. Im Berichtszeitraum 2017 befanden sich die Messwerte gegenüber dem Vorjahr 2016 wieder auf einem geringen Niveau mit Verschiebungsraten  $\leq 1$  mm/a (s. Anhang 8.18 bis 8.19 (Blätter 383–384)). Die ab 2016 verstärkt überwachten Risslängen zeigten für das Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr 2016 nur geringe Veränderungen der Risslängen im westlichen Bereich des Pfeilers. Die östlichen Rissansätze zeigten hingegen leicht veränderte bis zunehmende Risseverlängerungen. Zwischen Januar 2017 und März 2018 wurden Risseverlängerungen zwischen 0 und 30 cm festgestellt (vgl. Anhang 8.20 auf Blatt 385 und Anhang 8.21 auf Blatt 386).

### *Visuelle Befunde*

In der Fluchtbohrung zwischen der E-Werkstatt und dem Abbau 9/490 wurden im Jahr 2016 Risse festgestellt. Es zeigten sich nur geringfügige Veränderungen der Risslängen. Visuell sind, mit Ausnahme der Rissentwicklungen am Südstoß der E-Werkstatt (s. Abbildung 4.14 auf Blatt 84) und in der Fluchtbohrung, keine weiteren Schädigungen in der E-Werkstatt festgestellt worden.


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	



Abbildung 4.14: Fotoaufnahme des Risses im Pfeiler zwischen E-Werkstatt/490 und Abbau 8/490 vom 19.04.2018, Blickrichtung: Süd-West

### **Bewertung und Empfehlungen**

Die Gebrauchstauglichkeit der E-Werkstatt ist gegeben. Die Rissentwicklungen am Südstoß der E-Werkstatt haben im Jahr 2017 angehalten. In Abhängigkeit der weiteren Entwicklung der Rissbildungen sind ggf. weitere Stabilisierungsmaßnahmen vorzusehen und umzusetzen.


### **Kfz-Werkstatt/490**

Die Kfz-Werkstatt befindet sich nördlich der Abbaureihe 7 auf der 490-m-Sohle in der aufgeweiteten Sattelrichtstrecke nach Osten (s. Abbildung 4.15). Die Kfz-Werkstatt ist im Vergleich zu den anderen Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle mit einer relativ günstigen Firstwölbung aufgefahren. Zur Installation einer neuen Kranbahn wurden im Jahr 2016 Bereiche der Firste nachgeschnitten. Die Kranbahn wurde im Zeitraum zwischen dem 06.06.2017 und dem 27.07.2017 installiert und anschließend in Betrieb genommen.

### **Messsysteme und Messergebnisse**

#### **Firstkontrollbohrungen**

In der Kfz-Werkstatt wurden im Jahr 2015 insgesamt 5 Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 4/490-Kfz bis FKBrg. 8/490-Kfz) mit 3 Metern Länge (Ausnahme: FKBrg. 4/490-Kfz, 4 Meter Länge) erstellt. Diese zeigten bei den letzten Inspektionen im Januar 2018 keine Hinweise auf offene Risse. Für die neu zu installierende Kranbahn wurden insgesamt 40 Ankerbohrungen von ca. 2,5 Metern Länge erstellt. Diese wurden im September 2016 inspiziert. Hinweise auf offene Rissbildungen wurden nicht festgestellt. Die Bohrungen zeigten jedoch in verschiedenen Tiefenbereichen Farbwechsel, die auf sulfathaltige Lagen bzw. Einschaltungen hindeuten.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 85



Abbildung 4.15: Fotoaufnahme der Kfz-Werkstatt/490 vom 19.04.2018. Blickrichtung: Nord-Ost

### **Georadarmessungen**

Zur Untersuchung des Firstbereichs wurden im Januar 2017 Georadarmessungen an der Firste im zentralen Bereich der noch zu installierenden Kranbahn mit einer 400-MHz Antenne durchgeführt (s. Abbildung 4.16 auf Blatt 86). In Kombination mit den vorhandenen Firstkontrollbohrungen FKBrG. 5/490-KFZ und FKBrG. 6/490-KFZ konnten als Ursache für die 2 deutlichen Reflexionsbereiche markante sulfathaltige Einschaltungen ausgemacht werden (vgl. Abbildung 4.17 auf Blatt 86). Aus den Radargrammen zeigt sich eine flächenhafte, lagige Ausbildung dieser sulfathaltigen Bereiche. Insgesamt wurden keine Hinweise auf relevante Schädigungen festgestellt.

### **Visuelle Befunde**

Visuell sind in der Kfz-Werkstatt keine beanspruchungsbedingten Schädigungen im Firstbereich festgestellt worden.

### **Bewertung und Empfehlung**

Die Gebrauchstauglichkeit der Kfz-Werkstatt ist gegeben. Zur Überwachung der Firste im Bereich der Kranbahn ist, insbesondere auch zur Beobachtung der geologischen Trennflächen im Firstbereich, der Einbau von zwei 6 Meter langen Firstextensometern mit Ankerpunkten in 3 m und 6 m vorgesehen (vgl. Anhang 8.16 auf Blatt 381). Die zu erstellenden Extensometerbohrungen sind als Kernbohrung vorgesehen. Des Weiteren ist die Einrichtung von 2 horizontal-querschlägigen Konvergenzmessstrecken geplant. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung soll das Monitoring zukünftig durch wiederkehrende Georadarmessungen ergänzt werden.

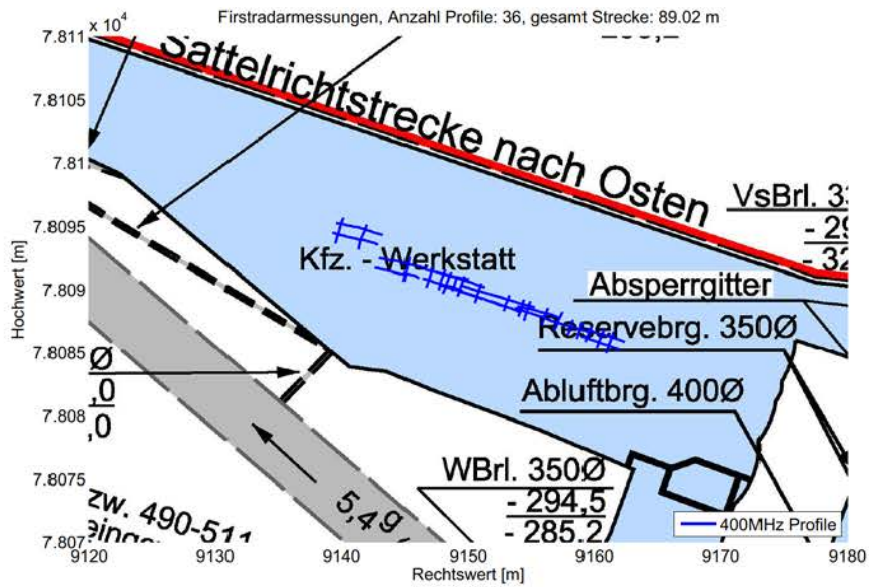


Abbildung 4.16: Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile der Firstuntersuchungen in der Kfz-Werkstatt/490

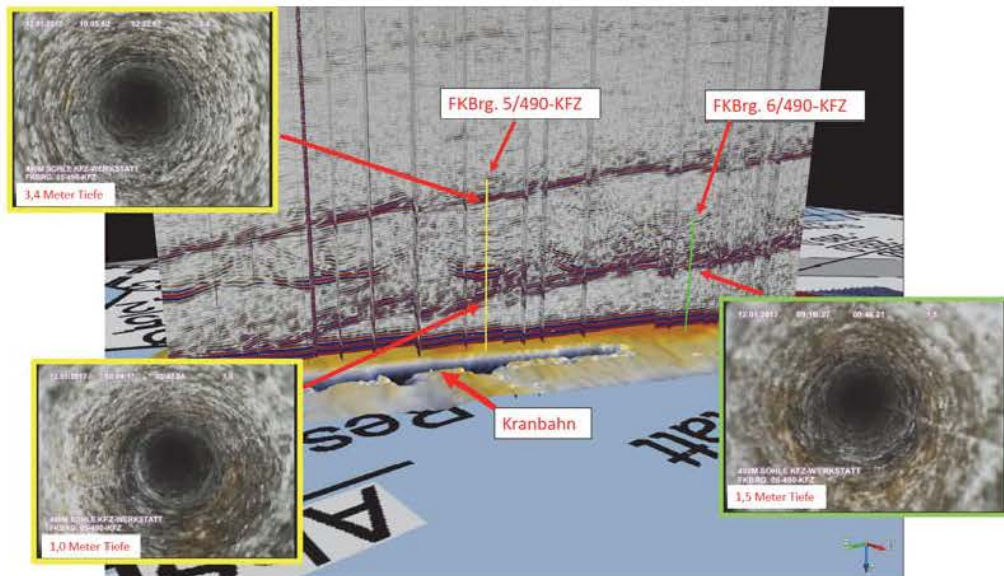



Abbildung 4.17: 3-D Darstellung der Ergebnisse der Georadaruntersuchungen an der Firste der Kfz-Werkstatt/490 in Kombination mit vorhandenen Firstkontrollbohrungen. Die Reflexionen aus dem Firsthangernden konnten sulfathaltigen Bereichen zugeordnet werden.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 87

## Füllort Schacht 2/490

Die Firste im Füllort ist mit Maschendrahtverzug und Systemankerung ausgestattet (s. Abbildung 4.18). Im Jahr 2016 wurde der Südstoßbereich im Füllort Schacht 2 teilweise nachgeschnitten und der Zugangsbereich zum Hauptgrubenlüfter umfangreich saniert. Nördlich angrenzend an den Füllort befindet sich eine Nische, in der sich die Trafostationen für die untertägige Stromversorgung befinden.

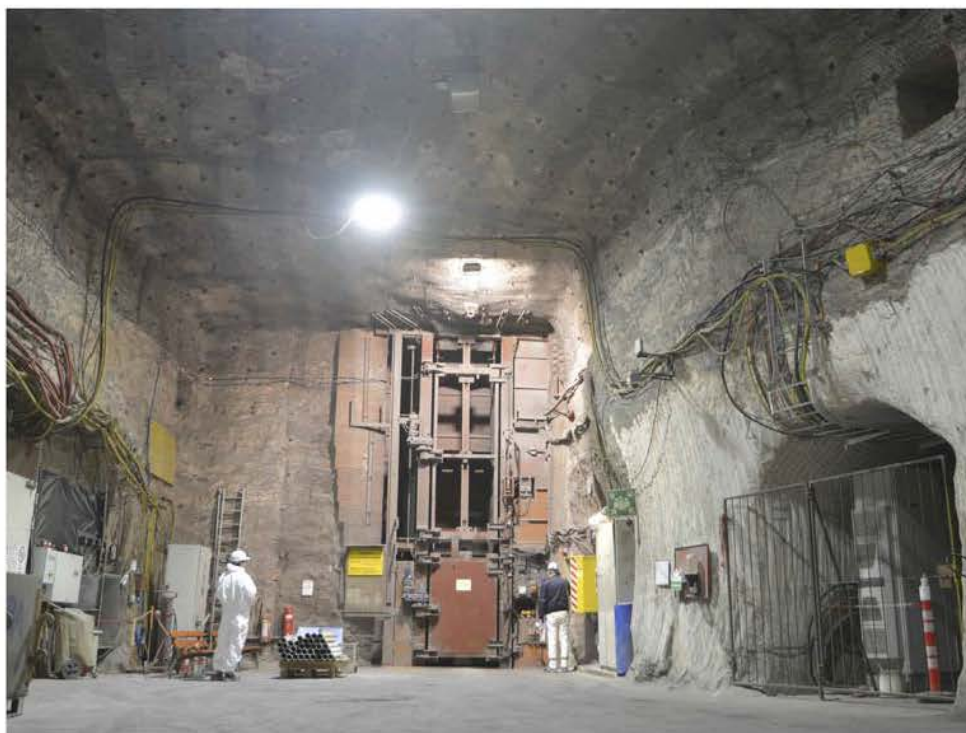


Abbildung 4.18: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 2/490 vom 09.03.2018. Blickrichtung: Ost


## Messsysteme und Messergebnisse

### Firstkontrollbohrungen

Im Füllort Schacht 2 auf der 490-m-Sohle befinden sich 3 Firstkontrollbohrungen von 3 Meter Länge (FKBrg. 01/490-FS2 bis FKBrg. 03/490-FS2, s. Anhang 8.2 auf Blatt 367). Die Inspektionen dieser Bohrungen im Januar 2018 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen. Die vorhandenen Stoßkontrollbohrungen (StKBrg. 490-3 und StKBrg. 490-4) wurden letztmalig am 23.08.2016 einer Inspektion unterzogen. Grund dafür waren festgestellte Verschiebungen der Spurlatten des Korbs, die eine fortschreitende Schädigungsentwicklung des Schachtausbaus besorgen ließen. Die Inspektionen zeigten dabei im Vergleich mit den letztmalig am 06.03.2014 durchgeführten Inspektionen keine nennenswerten Veränderungen.

### Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Füllorts Schacht 2 auf der 490-m-Sohle ist derzeit noch gegeben. Mittelfristig ist der Schachtausbau im Bereich des Füllortes, insbesondere des Schachtkragens zu berauben und neu herzurichten, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 88

## Füllort Schacht 4/490

Der Zugang zum Füllort Schacht 4 auf der 490-m-Sohle befindet sich an einem Streckengabelungspunkt zwischen der Diagonalstrecke zum Abbau 4/490 und der Wendelstrecke im Bereich der Dieseltankstelle.

## Messsysteme und Messergebnisse

### Firstkontrollbohrungen

Die drei vorhandenen Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 01-490-FS4 bis FKBrg. 03-490-FS4, s. Anhang 8.2 auf Blatt 367) zeigten bei den letzten Inspektionen im Februar 2018 keine Hinweise auf offene Rissbildungen.

### Visuelle Befunde


Im Zugang zum Füllort Schacht 4/490 sowie im Füllortbereich selbst sind zahlreiche konturnahe Ablösungen von wenigen Dezimetern Mächtigkeit an den Stößen und im Firstbereich festgestellt worden. Im März 2018 wurden diese lokal händisch beraubt (s. Abbildung 4.19).



Abbildung 4.19: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 4/490 vom 04.04.2018. Blickrichtung: Süd-West

### Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Füllortes Schacht 4 und dessen Zugangsbereich sind derzeit noch gegeben. Die zahlreich vorhandenen Ablösungen wurden entfernt. Dennoch sollte der räumliche Zuschnitt des Füllortbereichs entsprechend den Anforderungen ggf. angepasst bzw. verkleinert werden. Stützbauwerke in nicht benötigten Bereichen sind als günstig für die gebirgsmechanische Gesamtsituation zu bewerten.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 89

## Standort Hauptgrubenlüfter/490

Der Standort des Hauptgrubenlüfters südlich des Füllorts Schacht 2/490 wurde im Jahr 2016 umfangreich für die neue Hauptgrubenlüfteranlage hergerichtet. Dieser Bereich wurde zeitgleich in das Monitoring integriert. Es wurden entsprechend zwei Konvergenzmessstrecken eingerichtet und 3 Firstkontrollbohrungen im Bereich des Hauptgrubenlüfters erstellt.

## Messsysteme und Messergebnisse

### Firstkontrollbohrungen

Die drei Firstkontrollbohrungen FKBrG. 01/490-HGL bis FKBrG. 03/490-HGL von 3 Metern Länge wurden im Zuge der Herrichtung des Hauptgrubenlüfterstandortes erstellt und im April 2016 erstmals inspiziert. Die letzten Inspektionen fanden im Februar 2018 statt. Es wurden keine Hinweise auf Rissbildungen gefunden.

### Konvergenzmessungen

Zur Überwachung der Konvergenzentwicklung im Bereich des Hauptgrubenlüfterstandortes wurden zwei Konvergenzmessstellen K26 und K27 eingerichtet (s. Anhang 8.1 auf Blatt 366). Die Bezugsmessung fand am 21.07.2016 statt. Die mittlere Konvergenzrate lag im Jahr 2017 bei 3,0 mm/a (K26) und bei 1,8 mm/a (K27) (vgl. Tabelle 4.8 auf Blatt 89 und Anhang 8.22 auf Blatt 387).

Tabelle 4.8: Horizontale Konvergenzraten im Bereich des HGL

		Messstelle:	
		K26	K27
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2016	164	3,7	4,8
2017	365	3,0	1,8


## Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Standortes des Hauptgrubenlüfters ist gegeben.

## Abbau 8a/490 (Beschickungskammer) und 8a/511 (MAW-Kammer)

### Beschickungskammer

Die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle wurde 1967/68 aufgefahren und ist von der Sattelrichtstrecke nach Osten erreichbar (s. Abbildung 4.20). Gegen Ende des Jahres 2013 wurden der Firstbereich und die Stöße in der Beschickungskammer umfangreich beraubt und die Firste und Bereiche der Stöße mit einer Systemankerung (Ankerlänge 1 m, 1 Anker/m<sup>2</sup>) und Gewebeverzug gesichert.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 90
-------------------------------------------------	-----------

Der ehemalige Zugang zum Abbau 8/490 im südlichen Bereich der Beschickungskammer ist mit Salzversatz versetzt. Die zu Einlagerungszeiten verwendeten Gerätschaften (Schaltschränke, Kranbahn, etc.) sind weitestgehend in ihrer ursprünglichen Form erhalten.



Abbildung 4.20: Fotoaufnahme in der Beschickungskammer (Abbau 8a/490) vom 06.03.2018

## MAW-Kammer

Die MAW-Kammer befindet sich im östlichen Bereich der 511-m-Sohle und wurde zwischen den Jahren 1961 und 1962 aufgefahren. Die MAW-Kammer liegt in einem Nebenabbau nördlich der eigentlichen Abbaue der Südflanke im Jüngerem Steinsalz der Leinefolge (Na3). Die quadratische Grundfläche beträgt ca. 500 m<sup>2</sup>, bei einer Höhe von ca. 14,0 m. In der MAW-Kammer wurden insgesamt 1.293 Fässer mit mittelradioaktivem Abfall und acht Fässer mit schwachradioaktivem Abfall eingelagert. Die Einlagerung fand zwischen August 1972 und Januar 1977 statt und erfolgte ausschließlich über die Beschickungskammer. Dazu wurden die Fässer mittels Seilwinde und Greifer in die MAW-Kammer herabgelassen. Im Zuge der Einlagerung entstand daher ein Schüttkegel aus 200-l-Fässern (s. Abbildung 4.21). Aktuelle visuelle Befunde aus der MAW-Kammer liegen nicht vor, da die an der Firste installierte Kamera defekt ist und derzeit nicht repariert werden kann. Ebenso waren geplante Videoinspektionen der MAW-Kammer durch die vorhandenen Bohrungen genehmigungsrechtlich bisher noch nicht möglich.

## Messsysteme und Messergebnisse

### Georadarmessungen

Auf Grund eines radiologischen Ereignisses im September 2015 wurden zur Untersuchung der Schwebenintegrität Georadarmessungen auf der Sohle der Beschickungskammer durchgeführt (vgl. [53] und Abbildung 4.22 auf Blatt 91). Die Untersuchung sollte Aufschluss über die Integrität der Schweben



Abbildung 4.21: Fotoaufnahmen der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle. Linkes Bild: 1972, Rechtes Bild: 1984

zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer liefern. Den Ergebnissen der Georadaruntersuchung kann entnommen werden, dass zum Zeitpunkt der Messdurchführung Hinweise auf mögliche Auflockerungen im Sohlenbereich der Beschickungskammer bis in ca. 2,5 Meter Tiefe festgestellt wurden. Der Firstbereich der MAW-Kammer zeigte sich insgesamt als sehr flach ausgebildet. Reflexionen, die im Nahbereich der eigentlichen Firstreflexion gefunden wurden, deuten auf Ablösungen hin. Gleichzeitig zeigte sich der Bereich westlich der Beschickungsbohrung deutlich dahingehend auffällig, da in diesem Bereich starke Dämpfungen bei den Georadarmessungen festgestellt wurden.

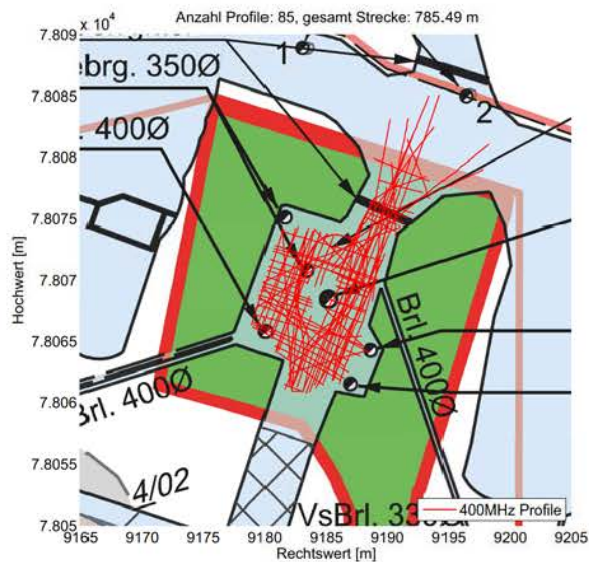



Abbildung 4.22: Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile in der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle zur Untersuchung der Schwebelücke zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer [54].

Die zweifach überhöhte 3-D Darstellung (s. Abbildung 4.23) zeigt den Bereich zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle (Blickrichtung nach Westen). Dargestellt sind die Grundrissausschnitte der 490-m-Sohle und der 511-m-Sohle im Bereich der MAW-Kammer. Die Radargrammprofile der 400-MHz-Antenne (bis 160 ns Aufzeichnungszeit,

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 92

unmigriert) sind entsprechend im Raum angeordnet. Die Bohrungen (Kamerabohrung, Beleuchtungsbohrung und Kabelbohrung) sind entsprechend ihren Durchmessern und Längen in türkis dargestellt. Die anderen Bohrungen (Beschickungsbohrung, Abluftbohrung sowie die zwei Reservebohrungen) sind in dieser Darstellung nicht sichtbar. In der unteren Bildhälfte der Abbildung sind die bearbeiteten Radargrammprofile der 200-MHz-Antenne im Raum angeordnet, um insbesondere Reflexionen des Fasskegels zuzuordnen. Die Einhüllende der gelblich, leicht rot umrandeten Elemente geben dabei eine grobe geometrische Abschätzung des Fasskegels wieder.

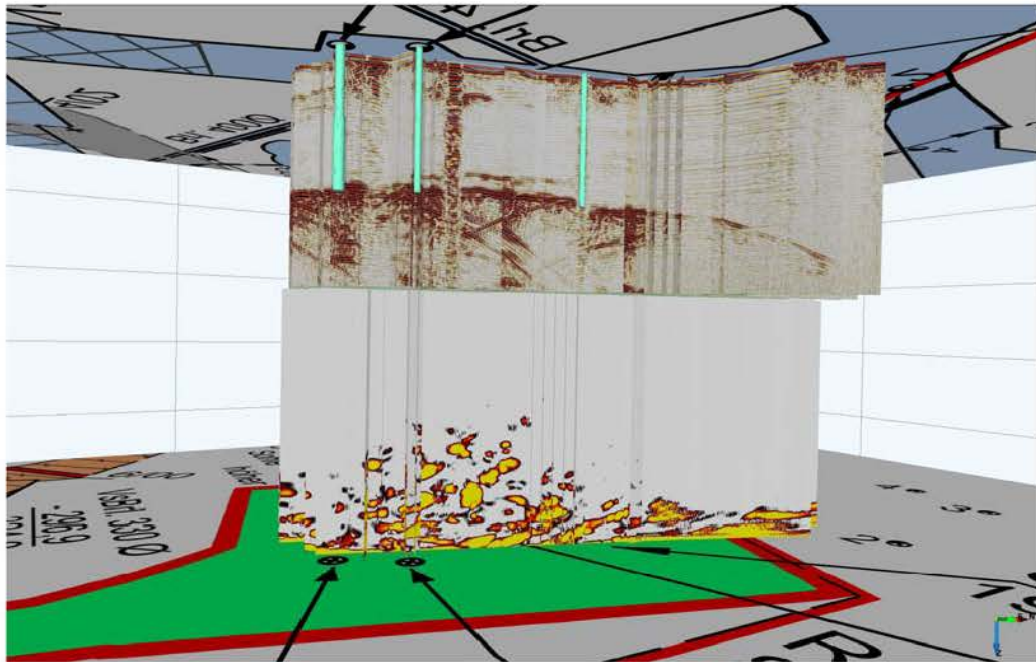


Abbildung 4.23: 3-D Darstellung (2-fach überhöht) des Bereichs zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle [54]


### Visuelle Befunde

Visuell sind in der Beschickungskammer 8a/490 keine Auffälligkeiten im Firstbereich detektiert worden. Der Pfeiler im nördlichen Zugangsbereich zeigt beanspruchungsbedingte Schädigungen in Form von Rissbildungen.

### Bewertung und Empfehlung

Ende 2016 wurden Georadarmessungen zur Untersuchung der Schweben zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle durchgeführt (vgl. [54]). Demnach liefern die durchgeführten Messungen Hinweise auf Trennflächen bzw. Ablösungserscheinungen, die sich im Bereich der Firste der MAW-Kammer aufgrund gebirgsmechanischer Beanspruchungen gebildet haben. Eine eindeutige Interpretation der Firstkontur hinsichtlich schon stattgefundenen Firstfälle ist auf Grundlage der Georadarmessergebnisse allerdings nicht möglich, da der Ursprungszustand der Firste zu Einlagerungszeiten nicht dokumentiert ist und die im Zuge der Messungen Ende 2016 erkennbar ungleichmäßige Firstkontur auch den Auffahrungszustand widerspiegeln könnte.

Die Schweben hat im untersuchten Bereich unterhalb der Beschickungskammer (inkl. nördlicher Zugangsbereich) eine mittlere Mächtigkeit von 4,5 bis 5,5 Metern. Sie zeigte im Bereich zwischen 2 und

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 93

4,5 Metern Tiefe wenige Reflektoren. Auf Grundlage dieser Messergebnisse sowie unter Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Gesamtsituation ist von einem noch wenig geschädigten bzw. noch weitgehend intakten Schwebenkern (ohne durchgehende Trennflächen) auszugehen.

Im Untersuchungsbereich westlich der Beschickungsbohrung (DN 1000) ist eine Bewertung der Schwebenintegrität auf Grund von nur schwach detektierten Signalreflexionen (stärkere Signaldämpfung) eingeschränkt, was dazu führen kann, dass gebirgsmechanische Trennflächen in diesem Bereich nicht sicher detektiert wurden. Da teilweise bei den Messungen im Bereich der einzelnen Bohrungen, aber auch in anderen Bereichen Reflexionen der MAW-Firstkontur ausblieben, muss auch festgehalten werden, dass eventuell Firstausbrüche, die eine ungünstige Geometrie zurücklassen, vorliegen und sich in den Radargrammen der Georadarmessungen nicht deutlich genug abzeichnen.

Daher sind zur Untersuchung der Schwebenintegrität ergänzend Inspektionen der vorhandenen Bohrungen und die Erfassung der Firstkontur bzw. Hohlraumkontur zu empfehlen. Hierzu sind geeignete Videokameras und 3D-Laserscanner einzusetzen.

## **Streckenkreuz: Sattelrichtstrecke nach Osten – Querschlag Abbau 6/490**

### **Messsysteme und Messergebnisse**

#### ***Firstkontrollbohrungen***

Im Streckenkreuzbereich zwischen der Sattelrichtstrecke nach Osten und dem Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle befinden sich zwei Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 1/490-SQS und FK-Brg. 2/490-SQS) (vgl. Anhang 8.2 auf Blatt 367). Diese zeigten bei den letzten Inspektionen im Februar 2018 keine Hinweise auf offene Risse.

#### **Abbau 2/511**

Der Abbau 2 auf der 511-m-Sohle (s. Abbildung 4.24) wurde in der Zeit von 1960 - 1964 aufgefahren. Im Jahr 2002 erfolgte die Verfüllung des Abbaus mit Ronnenbergsalz. Zwischen 2004 und 2005 wurde der Versatz bis auf das Niveau der Abbaubegleitstrecke (511-m-Sohle) ausgefördert und die Bohrwerkstatt im Abbau 2/511 eingerichtet. Die Firstspaltverfüllung zur Stabilisierung der Schweben zum darunterliegenden Abbau 2/532 wurde im März 2012 begonnen. Von Mitte Mai bis Mitte Juli 2016 wurde die Betonage des Firstspalts im Abbau 2/532 fortgesetzt. Es wurden insgesamt ca. 1300 m<sup>3</sup> Sorelbeton eingebracht.

### **Messsysteme und Messergebnisse**

#### ***Firstkontrollbohrungen***

Es befinden sich fünf Firstkontrollbohrungen im Abbau 2/511 (s. Anhang 8.3 auf Blatt 368). Die letzten Inspektionen im Januar 2018 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen.



Abbildung 4.24: Fotoaufnahme des Abbaus 2/511 vom 06.03.2018

### Konvergenzmessungen

Im Mai 2014 wurden zwei horizontale Konvergenzmessstrecken (querschlägige Messstrecke: 5111–5112, streichende Messstrecke: 5113–5114) im Abbau 2/511 eingerichtet (s. Anhang 8.3 auf Blatt 368). Die Bezugsmessung fand am 22.05.2014 statt. In horizontal querschlägiger Richtung wurden im Jahr 2017 Konvergenzraten von 7,4 mm/a und in streichender Richtung von 4,4 mm/a festgestellt, die gegenüber dem Jahr 2016 leicht verringert waren (s. Tabelle 4.9 auf Blatt 94 und Anhang 8.23 auf Blatt 388).


Tabelle 4.9: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 2/511

		Messstelle:	
		5111–5112	5113–5114
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2014	224	8,8	3,0
2015	365	8,0	4,2
2016	366	9,3	6,1
2017	365	7,4	4,4

### Firstüberwachungspunkte

Im Abbau 2/511 befinden sich insgesamt fünf Firstüberwachungspunkte mit den Bezeichnungen FUE022, FUE023, FUE024, FUE025 und FUE026 (s. Anhang 8.3 auf Blatt 368). Bezogen werden die relativen Firstsenkungen auf den Polygonpunkt P 511014. Die erste Bezugsmessung fand am 31.07.2014 statt. Am 19.11.2014 wurden Reflektorfolien an den Messpunkten angebracht, sodass zukünftig auch horizontale Verschiebungen der Firstüberwachungspunkte gemessen werden können.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 95

Die Absenkungen werden als negative, die Hebungen als positive Messwerte in der Tabelle 4.10 dargestellt. Die Messwerte weisen auf eine gleichmäßige Senkung der Firste im Abbau 2/511 hin.

Tabelle 4.10: Ergebnisse der Firstüberwachung im Abbau 2/511 bezogen auf den Polygonpunkt PP 511014

alte Bez.	Messstellenbezeichnung				
	FN39	FN40	FN41	FN42	FN43
neue Bez.	FUE022	FUE023	FUE024	FUE025	FUE026
Datum	Kumulative Absenkungen [mm]				
31.07.2014	0	0	0	0	0
18.08.2014	-2	-1	-3	-2	-3
18.11.2014	-10	-10	-11	-9	-11
19.11.2014 <sup>(1)</sup>	-10	-10	-11	-9	-11
29.01.2015	-15	-14	-15	-15	-16
04.05.2015	-22	-21	-22	-22	-23
30.07.2015	-28	-28	-29	-26	-23
10.11.2015	-36	-37	-37	-36	-37
27.01.2016	-39	-38	-39	-38	-38
03.05.2016	-49	-49	-48	-47	-48
02.08.2016	-64	-64	-63	-63	-64
10.11.2016	-66	-65	-64	-65	-65
26.01.2017	-72	-72	-70	-70	-66
02.05.2017	-73	-74	-71	-72	-72
18.08.2017	-80	-79	-77	-78	-78
26.10.2017	-87	-86	-85	-85	-85
29.01.2018	-96	-96	-93	-94	-93


<sup>(1)</sup> Erneute Bezugsmessung, Reflektorfolien installiert

### Georadarmessungen

Zur Untersuchung der Firstbeschaffenheit im Abbau 2/511 wurden im Januar 2013 Georadarmessungen an der Firste durchgeführt. Zum Zeitpunkt der durchgeführten Messungen im Januar 2013 wurden keine markanten Ablösungen, Klüfte, Schwäche-/Störungszonen, Materialwechsel und Feuchtstellen in den gemessenen Profilen detektiert [55].

### Visuelle Befunde

In der Bohrwerkstatt wurden bei der visuellen Inspektion der Firste im März 2018 keine Hinweise auf neue Ablösungsbildungen festgestellt. Im Zufahrtbereich zur Bohrwerkstatt wurden auf der Sohle im Bereich des Pfeilers 2/3 Risse festgestellt (Abbildung 4.25). Es wurden insgesamt neun Sohlkontrollbohrungen erstellt und inspiziert (s. Anhang 8.24 auf Blatt 389). Die Inspektionsergebnisse zeigten vertikale Rissbildungen, die bis ca. 2 Meter Tiefe reichten. Auflockerungen wurden bis in ca. 2,6 bis 3,1 Meter festgestellt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 96
-------------------------------------------------	-----------



Abbildung 4.25: Fotoaufnahme der Rissbildungen auf der Sohle in der Zufahrt zur Bohrwerkstatt auf der 511-m-Sohle (Pfeiler 2/3) vom 09.03.2018. Blickrichtung: Südost

### **Bewertung und Empfehlung**

Die Gebrauchstauglichkeit der Bohrwerkstatt (2/511) ist gegeben. Zur Erfassung der Dehnungen im Firstbereich ist der Einbau eines 9 Meter langen Firsttextensometers in der Abbaumitte vorgesehen. ergänzend werden in 2018 Georadarwiederholungsmessungen an der Firste vorgesehen.


### **Gesamtbewertung**

Das Monitoring der Infrastrukturräume am oberen Baufeldrand wurde seit 2012 kontinuierlich erweitert und erlaubt eine differenzierte Bewertung der Situation. Generell ist aus den vorliegenden Spannungsmessungen noch keine Abnahme der hohen gebirgsmechanischen Beanspruchung der Tragelemente abzuleiten (vgl. Abschnitt 2.1 auf Blatt 14).

Im Berichtszeitraum 2017 wurden gegenüber dem Vorjahr verringerte horizontal querschlägige Konvergenzraten am oberen Baufeldrand in den Abbauen und Strecken gemessen. Des Weiteren sind im Berichtszeitraum keine neuen Rissbildungen in den vorhandenen Firstkontrollbohrungen festgestellt worden. Im Abbau 3/490 und Abbau 4/490 wurde eine weiterhin anhaltend hohe mikroakustische Aktivität im Bereich des südlich vorgelagerten Deckgebirges festgestellt.

Auf Grundlage der Monitoringergebnisse ergibt sich für die infrastrukturell genutzten Bereiche am oberen Baufeldrand folgende lokale Einschätzung:

- **Abbau 3/490:** Im Abbau 3/490 wurden zunehmende Schädigungen insbesondere im Firstbereich oberhalb und nördlich des LSB 1 festgestellt. Zum temporären Erhalt der Gebrauchstauglichkeit wurde eine Teilverfüllung im westlichen Teil des Abbaus 3/490 empfohlen. Darüber hinaus bleibt die Empfehlung des vollständigen Rückzugs aus dem Abbau 3/490 bestehen (vgl. auch [43], [41], [49] und [23]), sobald alternative technische Einrichtungen zum Laugenmanagement hergestellt sind. Die vollständige Verfüllung des Abbaus 3/490 ist für das Jahr 2019 vorgesehen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 97
-------------------------------------------------	-----------


- *Abbau 4/490:* Die Schädigungsentwicklung im Abbau 4/490 nahm insbesondere im südlichen und zum Teil im westlichen Abbauteil zu. Auf Grund der anhaltenden Schädigungsentwicklung wurden Stabilisierungsmaßnahmen im südlichen Teil des Abbaus 4/490 vorgesehen. Diese befinden sich derzeit in der Umsetzung und werden voraussichtlich Mitte 2018 abgeschlossen. Es sind ergänzend Georadarmessungen an den zugänglichen Firstbereichen vorgesehen.
- *Abbau 8/490 und Abbau 9/490:* Die Abbaue 8/490 und 9/490 weisen für die vorhandenen Firstspannweiten sehr geringe, gebirgsmechanisch ungünstige, Firstwölbungen auf. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung wird das Monitoring zukünftig um Georadarmessungen der Firste ergänzt.
- *Füllort Schacht 2/490 und Füllort Schacht 4/490:* Der Füllort Schacht 4/490 inkl. des Zugangsbereiches weist zahlreiche konturnahe, ineinandergreifende Ablösungen auf. Diese wurden lokal händisch beraubt. Mittelfristig sind Nachschnitтарbeiten im gesamten Bereich inkl. des Zugangsbereichs zu empfehlen.
- *Kfz-Werkstatt/490:* Die Kfz-Werkstatt auf der 490-m-Sohle besitzt eine vergleichsweise günstige Konturierung der Firste. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung und geologischer Schichtflächen im Firstbereich ist ein intensiveres Monitoring vorzusehen. Hierzu werden im Jahr 2018 zwei Firstextensometer mit 6 m Länge im Bereich der Kranbahn installiert (vgl. Anhang 8.16 auf Blatt 381).
- *Beschickungskammer/490:* Die Beschickungskammer wurde auf Grund von konturnahen Ablösungen im Jahr 2013 umfangreich beraubt und geankert. In der Sohle wurden Auflockerungszonen in Richtung MAW-Kammer/511 detektiert [54]. Zur Untersuchung der Schwebenintegrität zwischen der Beschickungskammer/490 und der MAW-Kammer/511 sind Videoinspektionen der vorhandenen Bohrungen selbst, sowie Firstinspektionen über die vorhandenen Bohrungen zur MAW-Kammer zu empfehlen. In Abhängigkeit von der weiteren Schädigungsentwicklung sind ergänzende Erkundungs- und ggf. Sanierungsmaßnahmen vorzusehen.
- *E-Werkstatt/490:* In der E-Werkstatt wurden im Jahr 2017 leichte Änderungen bei den vorhandenen Rissbildungen am südlichen Stoß zum Abbau 9/490 festgestellt. Je nach weiterer Entwicklung sind ggf. Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.
- *Abbau 2/511 (Bohrwerkstatt):* In der Zufahrt zur Bohrwerkstatt auf der 511-m-Sohle wurden im Bereich des Pfeilers 2/3 vertikale Rissstrukturen festgestellt. Eine entsprechende Verfüllung der Rissstrukturen ist vorgesehen.

Unter Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Gesamtsituation am oberen Baufeldrand sind weitere Schädigungen, insbesondere der Firstbereiche in den Abbauen, zu erwarten. Daher ist mittelfristig ein möglichst weitgehender Rückzug aus den Abbauen anzustreben.

Da der obere Baufeldrand des Grubengebäudes auch bezüglich der Schädigungsentwicklung in Richtung des südlich vorgelagerten Deckgebirges relevant ist, sind zur nachhaltigen Stabilisierung weitere vorgezogene Verfüllmaßnahmen auf den oberen Sohlen des Baufeldes an der Südflanke entsprechend der oben dargestellten Einschätzung erforderlich.

#### 4.2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

Im Zeitraum von 1956 bis 1961 wurden auf der 532-m-Sohle nördlich der Abbaue 6/532 – 9/532 sieben Nebenabbaue (6a/532, 7a/532 – 9b/532) im Na3 aufgefahen. Insgesamt wurden die Nebenabbaue mit einer Höhe von ca. 15 m, einer planimetrischen Ausdehnung von ca. 1.000 bis 1.900 m<sup>2</sup>

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse


Blatt: 98

und einem Gesamtvolumen von ca. 144.000 m<sup>3</sup> aufgefahren [56]. Bereits zwischen 1999 und 2001 wurde bis in eine Höhe von ca. 10 m über der Sohle Salzversatz in die Nebenabbaue eingebracht, wobei Nebenabbau 8a/532 unterhalb der MAW-Kammer bereits Anfang der 1980er Jahre bis auf eine Durchfahrtsstrecke weitgehend mit Salzversatz versetzt wurde und der im südlichen Teil des Abbaus der Firstspalt zwischen Schwebelast und Salzversatz im Zuge der Verfüllung der Südflanke mit einer Zement-Flugasche-Suspension verfüllt wurde. Daraus ergibt sich eine Standzeit ohne Verfüllung von ca. 25 Jahren für den Nebenabbau 8a/532 und ca. 40 Jahren für die restlichen Nebenabbaue.

Im Zuge der weiteren Stabilisierung des Grubengebäudes durch die Firstspaltverfüllung werden die Nebenabbaue seit 2008 detailliert auf ihre weitere Gebrauchstauglichkeit untersucht. Die Ergebnisse ergaben erhebliche Schädigungen in Form von Rissen an der teilweise sehr flach verlaufenden Firste im Nebenabbau 6a/532 [57]. Daraufhin wurden von der 511-m-Sohle Erkundungsbohrungen erstellt und Georadaruntersuchungen an der Firste durchgeführt [58]. Die Ergebnisse ergaben weitere Hinweise auf weitreichende Schädigungen der Firste. Daher wurde der Nebenabbau 6a/532 im Jahr 2010 aus arbeitssicherheitlichen Gründen vorsorglich für den allgemeinen Grubenbetrieb gesperrt. Beginnend im 1. Quartal 2013 wurde auf Grundlage des Sonderbetriebsplans 2/2012 der Nebenabbau 6a/532 verfüllt und mit einer Strecke nördlich umfahren, um die östlich gelegenen Abbaue weiterhin zugänglich zu machen [59]. Der vorhandene Resthohlraum im Nebenabbau 6a/532 wurde mit ca. 4.300 m<sup>3</sup> Eigensalz und anschließend mit ca. 3.700 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt. Der Salzversatz wurde lagenweise durch fernbediente Fahrzeuge eingebracht und verdichtet. Aus der akuten Hohlraumbilanz bzw. markscheiderischen Messungen ergibt sich für das Jahr 2017 eine Porosität im eingebrachten Salzversatz von ca. 28 % [20].

Die fortgeführte Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Nebenabbaue 7a bis 9b/532 im 3. und 4. Quartal 2013 wurde mittels Firstkontrollbohrungen und Georadarmessungen an den Abbaufirsten durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen in den Nebenabbauen 7a/532 und 7b/532 wiesen Bereiche mit erheblichen Trennflächen auf und ließen auf eine weit vorgeschrittene Schädigung der Firsten schließen, was somit zur Zutrittsbeschränkung dieser beiden Abbaue führte [60] [61] [62]. Daraufhin wurden auf Basis des Sonderbetriebsplans 11/2014 die vorhandenen Hohlräume im Nebenabbau 7a/532 und im südlichen Teil des Nebenabbaus 7b/532 im Jahr 2015 mit Eigensalz und Sorelbeton versetzt [63]. Der Salzversatz wurde vergleichbar zum Nebenabbau 6a/532 eingebracht und verdichtet. Aus den markscheiderischen Messungen ergibt sich für den Nebenabbau 7a/532 ein eingebrachtes Salzversatzvolumen von ca. 1.009 m<sup>3</sup> bei einer Einbauporosität von ca. 28 %. Anschließend wurden die Resthohlräume von März 2015 bis Mai 2015 mit 2.526 m<sup>3</sup> (7a/532) und von August 2015 bis Oktober 2015 mit 2.512 m<sup>3</sup> (7b/532) Sorelbeton verfüllt. Zur weiteren Stabilisierung des Bereiches wurden im Juli 2015 auch die Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 7/511 auf der 511-m-Sohle – in welcher ein streichender Riss in der Sohle verlief [30] – sowie der Zugang zum Abbau 7a auf der 511-m-Sohle mit insgesamt 2.001 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt. Damit sind mit Stand Anfang 2018 bereits ca. 88 % des ehemaligen Hohlraums in diesem Bereich verfüllt. Eine Übersicht der gebirgsmechanisch relevanten Befunde und Verfüllungen ist in Anhang 9.1 dargestellt.

Zur Gewährleistung der weiteren Gebrauchstauglichkeit der noch zugänglichen Bereiche wird weiterhin anhand von geotechnischen (Extensometer, Fissurometer, Temperatur, Konvergenz, Inklinometer) und geophysikalischen (Mikroseismik, Georadar) Messungen sowie durch die visuelle Inspektion der Firstkontrollbohrungen die Überwachung fortgesetzt (s. Anhang 10.2 und Anhang 10.3). Die Messergebnisse aus dem Jahr 2017 zeigen sich wie folgt:

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 99
-------------------------------------------------	-----------

## Darstellung der Messergebnisse

### Extensometermessungen

Die Ergebnisse der Extensometermessungen ergeben, dass sich die Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle im Bereich der maximalen Pfeilerstauchungsraten des Ostflügels befinden (s. Anhang 3.2). Im Jahr 2017 werden in der Pfeilerreihe 6/7 auf der 532-m-Sohle Pfeilerstauchungsraten von 73 mm/a beobachtet. Wie auch bei weiteren Extensometern, ist ab dem 2. Halbjahr 2017 ein deutlicher Anstieg der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten zu beobachten (s. Anhang 3.2).

### Temperaturmessungen

Die Entwicklung der Temperatur wird seit Juli 2013 am Süd- und Nordstoß der nördlichen Umfahrung überwacht (s. Anhang 9.3, Blätter 392 bis 393). Aus den Temperaturmessungen lässt sich ableiten, dass die Ausgangswerte vor der Verfüllung ca. 30 °C betragen. Infolge der Verfüllung des Nebenabbaus 6a/532 – im August 2013 und von Januar bis März 2014 – wurde eine Temperaturerhöhung von 2,2 K bis 3,0 K beobachtet (Maximum im September 2015). Im Jahr 2017 kam es Ende Juni und Anfang November zu temporären Anstiegen in den Temperaturverläufen um max. 2 K. Beide Erhöhungen sind auf eine Veränderung der Bewetterung in diesem Bereich im Zuge von Nachschnitarbeiten und die Erstellung eines Reinigungsplatzes für Fahrzeuge in der Abbaubegleitstrecke auf der 532-m-Sohle sowie vermehrten Laderverkehr zurückzuführen. Da diese Arbeiten derzeit noch andauern ist die Erhöhung aus dem November 2017 noch nicht vollständig abgeklungen und wird weiterhin überwacht.


### Konvergenzmessungen

Insgesamt sind in den Strecken im Bereich der Nebenabbaue drei Konvergenzmessquerschnitte instrumentiert. Diese zeigen folgende Ergebnisse (s. Anhang 9.4, Blätter 394 bis 395):

- Im Bereich der nördlichen Umfahrung zeigen die Konvergenzmessungen im Jahr 2017 Konvergenzraten von ca. 2 mm/a (Verformungsraten von ca. 0,4 bis 0,5‰/a). Nachdem die Konvergenzraten im Jahr 2015 bei ca. 5 mm/a lagen, sind diese im Jahr 2016 und 2017 deutlich gesunken.
- Die Konvergenzmessungen in der Durchfahrtsstrecke im Bereich der Pfeiler 7b–8a/532 und 8b–9a/532 zeigen von März 2008 bis Februar 2018 eine Gesamtkonvergenz von ca. 16 mm in horizontaler Richtung und von ca. 26 bis 28 mm in vertikaler Richtung. Die berechneten Konvergenzraten zwischen Abbau 7b/532 und 8a/532 für das Jahr 2017 sind im Vergleich zum Jahr 2016 mit 2 mm/a in horizontaler und 3 mm/a in vertikaler Richtung leicht rückläufig (Messquerschnitt K21 zwischen Abbau 7b/532 und 8a/532). Für das Jahr 2017 werden an der Konvergenzmessstelle zwischen Abbau 8b/532 und 9a/532 vertikale Konvergenzraten von ca. 2 mm/a und horizontale Konvergenzraten von ca. 1 mm/a registriert. Diese sind im Vergleich zu 2016 auf gleichem Niveau. Insgesamt ergeben sich für Durchfahrtsstrecken Verformungsraten von ca. 0,2 bis 0,3‰/a in horizontaler und 0,5 bis 0,6‰/a in vertikaler Richtung.

### Mikroseismik

Die Ergebnisse der mikroseismischen Aktivitäten sind in Abschnitt 2.4.4.2 und Anhang 5.14 dargestellt. Die mikroseismischen Ereignisse sind im betrachteten Bereich vor allem auf die Verfüllung von Blindschacht 3 und angeschlossener Resthohlräume zurückzuführen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 100

## **Firstkontrollbohrungen**

In den Nebenabbauen 6a–9b/532 wurden 2009 und 2012 insgesamt 63 Firstkontrollbohrungen gestoßen, von denen im Berichtsjahr noch 15 zugänglich sind. Mittels der Kontrolle der Bohrungen wurden beanspruchte Bereiche in der Form von Rissen in den Nebenabbauen 7a/532 und 7b/532 festgestellt. Bei der Kamerabefahrung der Firstkontrollbohrungen von November 2015 wurde in der FKBrG. 1/532-9b (s. Anhang 9.2) im zentralen Bereich des Nebenabbaues 9b/532 ein konturnaher Riss bei 0,1 m Bohrlochteufe mit einer Öffnungsweite von ca. 1,0 mm festgestellt. Ende 2017 wurde begonnen im Nebenabbau 9a/532 das Salzhautwerk umzulagern. Daraufhin wurden die Firstkontrollbohrungen im zentralen Bereich des Abbaus wieder zugänglich. Die im Januar 2018 durchgeführten Inspektionen ergaben keine visuelle Schädigung. Die Kontrolle der Firstkontrollbohrungen in den Nebenabbauen 8a/532 und 8b/532 war ohne Befund. Zur Vorbereitung der Verfüllung wurden die Bohrungen im Nebenabbau 9a und 9b/532 verfüllt.

## **Beschreibung der Situation**

### **Nördliche Umfahrung der Nebenabbaue 6a/532 und 7a/532**

Als Nebenbestimmung der Zulassung zur Erstellung einer Umfahrung der Abbaue im Rahmen des Sonderbetriebsplans 2/2012 [59] waren messtechnische Maßnahmen umzusetzen, die sicherstellen, dass eventuelle Konvergenzen und Temperaturverläufe erfasst werden um somit mögliche Auswirkungen auf den Schachtsicherheitspfeiler verifizieren zu können. Dabei zeigen die Temperatureaufnahme und die Konvergenzmessungen keine gebirgsmechanisch relevante Auswirkung auf den Schachtsicherheitspfeiler abgeleitet werden. Die Umfahrung sind keine visuellen Schädigungen in Form von Abschalungen, Lösern oder Rissstrukturen zu beobachten (s. Abbildung 4.26).



(a) Blick nördlich von Abbau 6a/532 nach Nordosten




(b) Blick nördlich von Abbau 7a/532 nach Westen

Abbildung 4.26: Umfahrung nördlich der Abbaue 6a/532 und 7a/532, Stand 25.01.2018

### **Nebenabbau 7a- und 7b/532**

Die Ergebnisse der Georadarmessungen und der Inspektion der Firstkontrollbohrungen in den Nebenabbauen 7a und 7b/532 im Jahr 2013 ließen auf eine weit vorangeschrittene Schädigung der Firste schließen [60], [61]. Diese Entfestigungs- und Bruchprozesse erstreckten sich hauptsächlich auf den

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 101
-------------------------------------------------	------------

zentralen und südlichen Bereich der Abbaue in der ca. 6 m mächtigen Schweben im Liegenden der Abbaue 7a und 7b auf der 511-m-Sohle.

Der nördliche Teil des Abbaus 7b/532 wurde Ende 2013 untersucht und ließ bis auf zwei potentielle kleine firstnahe Rissstrukturen auf eine intakte Firste schließen [62]. Aufgrund der Schädigung wurde der Nebenabbau 7a/532 sowie der südliche Teil des Nebenabbaus 7b/532 bereits verfüllt. Im 2. Quartal 2017 wurde die Mauer, die den südlichen vom nördlichen Teil des Nebenabbaus 7b/532 trennt, detailliert visuell untersucht (s. Abbildung 4.27). Dabei wurde eine teilweise deutliche Neigung und Ausbeulung der Wand festgestellt. Daraufhin wurde ein detaillierter georeferenzierter Scan der Mauer durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen Bereiche mit unterschiedlichen Abweichungen von einer vertikalen Referenzmauer (s. Anhang 9.5). Diese lassen sich aber zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht auf mögliche Bewegungen oder eine verminderte Gebrauchstauglichkeit der Mauer zurückzuführen. Es wird empfohlen weitere Messungen durchzuführen.

Der Zugang zur Messnische für die Extensometer- und Inklinometerbohrungen im Pfeiler 6a/7a-532 ist weiterhin über eine Bohrung von der 511-m-Sohle möglich.




Abbildung 4.27: Nebenabbau 7b/532 Blick auf die Sorelbetonmauer, die den südlichen Teil abtrennt, Stand: 21.02.2018

### **Nebenabbau 8a- und 8b/532**

Die Inspektion der Firstkontrollbohrungen im Jahr 2013 und die Ergebnisse der Georadarmessungen in den Abbauen 8a/532 bis 8b/532 zeigten keine vergleichbaren Schädigungen wie in den Abbauen 7a/532 und 7b/532 [60], [61], [62].

Der direkt unterhalb der MAW-Kammer gelegene Nebenabbau 8a/532 (s. Anhang 9.1 auf Blatt 390) wurde Anfang der 1980er Jahre bis auf eine Durchfahrtsstrecke weitgehend verfüllt. Diese Maßnahme der Firstspaltverfüllung zeigte sich als nicht ausreichend bzw. nicht nachhaltig, da sich in dem Abbau inzwischen wieder ein deutlicher Firstspalt ausgebildet hat oder der ursprüngliche Firstspalt nicht vollständig verfüllt wurde. Die 2013 vermessenen Radarprofile im Bereich der Durchfahrtsstrecke (nördlich der MAW-Kammer gelegen) detektierten keine nennenswerten Schädigungen in der Abbaufirste [64]. Im Zuge von Georadarmessungen der MAW-Kammer [54] wurde Ende 2016 der Firstspalt des

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 102
-------------------------------------------------	------------

Nebenabbau 8a/532 erneut visuell inspiziert. Der Firstspalt verläuft über den gesamten verfüllten Bereich des Abbaus 8a/532. Die Höhe nimmt von ca. 0,4 m an der Böschungskante auf ca. 1,0 m in südlicher Richtung zu. Aus der visuellen Begutachtung sind keine Hinweise auf großflächige Löser bzw. Schwebendurchbrüche erkennbar (s. Abbildung 4.28).



Abbildung 4.28: Nebenabbau 8a/532, Böschung der Verfüllung mit Firstspalt, Blick nach Südwesten, Stand: 25.01.2018


Aufgrund des weiterhin präsenten Pfeilerstauchungsmaximums der Pfeilerreihe 6/7 auf der 532-m-Sohle, der exponierten Lage direkt neben den geschädigten Bereichen in den Nebenabbauen 6a–7b/532 sowie des sich erneut ausgebildeten Firstspaltes im südlichen Bereich des Nebenabbaus 8a/532 ist eine fortschreitende Schädigung der Firste zu besorgen. In den Georadarduntersuchungen der Schweben zwischen Beschickungs- und MAW-Kammer wurden einige auffällige Reflexionen detektiert, die eine geringe Nähe zur Firste der MAW-Kammer haben. Zusätzlich zeigt die Schweben teilweise einen sehr flachen Verlauf. Dadurch ist es nicht auszuschließen, dass diese Reflexionen auf mögliche Schädigung der Schweben hindeuten, die sich durch gebirgsmechanische Beanspruchung Trennflächen bzw. Ablösungserscheinungen gebildet haben können [54]. Aufgrund der langen offenen Standzeit des Firstspaltes unterhalb der MAW-Kammer ist eine vergleichbare Schädigung der Schweben zwischen MAW-Kammer und Nebenabbau 8a/532 zu besorgen. Unter Berücksichtigung einer geplanten Rückholung der Abfälle aus der MAW-Kammer, ist zu empfehlen den Firstspalt im Nebenabbau 8b/532 zur weiteren Stabilisierung der Schweben und die Resthohlräume in den Nebenabbauen 8a/532 und 8b/532 zu verfüllen.

### **Nebenabbau 9a- und 9b/532**

Im Nebenabbau 9a/532 wurden visuell Rissbildungen festgestellt, die sich jedoch nicht weiter ins Hangende verfolgen lassen, so dass von flachen, konturnahen Rissbildungen auszugehen ist. Im südöstlichen Teil des Nebenabbaus 9a/532 wurden mittels Georadaruntersuchungen schwache Reflexionen in 2 bis 6 m Tiefe festgestellt, welche auf petrographische Unterschiede und mittels Georadaruntersuchungen nicht auf Rissstrukturen zurückzuführen sind (verifiziert durch Firstkontrollbohrungen). Die im Jahr 2018 wieder zugänglichen Firstkontrollbohrungen zeigten keine oberflächliche Schädigung auf.

Im Nebenabbau 9b/532 wurden Reflektoren bis in 0,5 m Tiefe festgestellt, deren Schädigungen sich teilweise an der Firste erkennen lassen. Der Nebenabbau 9b/532 wurde bis 2017 als Zwischenlager für Salz genutzt und war daher im Jahr 2017 nur eingeschränkt befahrbar. Eine Kamerabefahrung der noch zugänglichen Firstkontrollbohrungen ergab keine konturnahe Schädigung.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 103
-------------------------------------------------	------------

Ende 2017 wurde damit begonnen das in den Nebenabbauen gelagerte Salzhaufwerk umzulagern und die Nebenabbaue für die Verfüllung vorzubereiten (s. Abbildung 4.29a). Anfang 2018 wurden Vorbereitungen für die Erstellung der Abdichtbauwerke auf der 532-m-Sohle getroffen (s. Abbildung 4.29b).



(a) Blick vom nordwestlichen Eingang in den Nebenabbau 9a/532 bei der Umlagerung des Salzhaufwerks, Stand 25.01.2018



(b) Bereich um den nordwestlichen Eingang des Nebenabbaus 9a/532 mit erstem Betonfundament zur Erstellung der Abdichtbauwerke auf der 532-m-Sohle, Stand: 21.02.2018

Abbildung 4.29: Beginnende Verfüllung von Nebenabbau 9a/532

## Bewertung der Ergebnisse


Die Ergebnisse der Georadarmessungen und der Inspektion der Firstkontrollbohrungen in den Nebenabbauen 7a- und 7b/532 ließen auf eine weit vorangeschrittene Schädigung der Firste im zentralen Teil dieser Abbaue schließen. Zur Sicherung bzw. Stabilisierung dieser Bereiche wurden im Jahr 2015 beide Abbaue vergleichbar zum Nebenabbau 6a/532 verfüllt bzw. teilverfüllt.

Die Untersuchungen in den Nebenabbauen 8a/532 bis 9b/532 zeigten konturnahe Rissbildungen an der Firste in den Abbauen 9a/532 und 9b/532. Die Resthohlraumverfüllung der Abbaue 9a/532 und 9b/532 wird derzeit daher analog zu Nebenabbau 6a/532 umgesetzt.

Um den weiteren Schädigungsprozess, der sich u. a. auch in den aktuell ansteigenden Pfeilerstauungsraten manifestiert, in diesem nahe der MAW-Kammer liegenden Bereich entgegenzuwirken, sollten weitere Resthohlraumverfüllungen umgesetzt werden. Hierzu ist es geplant, im Zuge der qualitätsgerechten Abdichtung der Durchhiebe die Resthohlräume in den Nebenabbauen 8a/532 und 8b/532 schnellstmöglich zu verfüllen und die vertikalen Verbindungen zur 490-m-Sohle abzudichten.

### 4.3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle

Die im Westflügel des Baufeldes der Südflanke gelegenen Abbaue 1-4 auf der 553- und der 574-m-Sohle wurden in den Jahren von 1950 bis 1958 aufgefahren (s. Anhang 10.1 auf Blatt 397). Aufgrund der unzureichenden Dimensionierung der Tragelemente und der langen unverfüllten Standzeit der Abbaue sind starke Verformungen und Auflockerungen der Pfeiler sowie Schwebendurchbrüche eingetreten [45]. Diese Schwebendurchbrüche vergrößerten sich nachweislich bis zur Verfüllung der Abbaue. Um die Verformung der Südflanke zu verlangsamen, wurden die Abbaue von 1995 bis 2004 mit Salzgrus

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 104

verfüllt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich aufgrund der anhaltenden Schädigungsprozesse, auch nach der Verfüllung mit Salzversatz, die Schwebendurchbrüche vergrößert haben.

Die Pfeilerbreite zwischen den Abbauen 2–3 und 3–4 beträgt ca. 12 m. Die durch die Konsolidierung entstandenen Firstspalte werden seit 2009 die Abbaue zur weiteren Stabilisierung mit Sorelbeton verfüllt. Im Westflügel sind die Firstspalte bislang nur im oberen Grubengebäude sowie die Abbaureihe 1 verfüllt. Im Vergleich dazu sind im Ostflügel die Firstspalte fast vollständig verfüllt. Im Rahmen des 4. Nachtrags des Sonderbetriebsplans 6/2009 wurden im 2. Quartal 2016 die Firstspalte in den Abbauen 2/532, 4/532 sowie 2/553 und 4/553 verfüllt. Die Abbaue 3/553 sowie 2/574 bis 4/574 sind bis zum jetzigen Zeitpunkt nur mit Salzversatz teilverfüllt.

Eine Aktualisierung der Einschätzung der gebirgsmechanischen Situation am Westflügel der 574-m-Sohle erfolgte im August 2015 [65]. In einer komplementären Stellungnahme vom 14.08.2015 wurde infolge der fortschreitenden Schädigung und der geringen Lösungsaustrittsmengen eine zeitnahe Verfüllung des Abbaus 3/553 angeregt [66]. Im Rahmen des fortlaufenden Monitoringprogrammes wurde im Jahr 2017 die gebirgsmechanische Situation im Westflügel für die 553- und die 574-m-Sohle erstmals zusammenhängend bewertet [67]. Die Ergebnisse deuteten auf eine fortschreitende Schädigung des Bereiches hin und bei einer erneuten Zunahme der Lösungszutritte sind weitere Schädigungsprozesse zu besorgen. Aufgrund der sehr geringen Lösungsfassungen an den Katasterlokationen bietet sich allerdings seit 2016 eine günstige Situation für eine zeitnahe Verfüllung des Bereiches. Aufgrund der Besorgnis einer Veränderung der Fließwege in diesem Bereich erfolgte die Verfüllung der Firstspalte bislang jedoch noch nicht. Momentan wird nur die Abbaubegleitstrecke auf der 553-m-Sohle im westlichen Bereich als Infrastrukturmaum (Werkstatt) genutzt.


Zur Stabilisierung des geschädigten Bereiches im westlichen Flügel des Baufelds der 553- und 574-m-Sohle wurden bereits folgende Maßnahmen umgesetzt:

### 553-m-Sohle

- Verfüllungen im Zuge des 4. Nachtrags des Sonderbetriebsplans 6/2009:
  - September 2012 bis Juli 2016: Verfüllung des Firstspalts im Abbau 2/532 mit 1.304 m<sup>3</sup> Sorelbeton;
  - Februar 2012 bis Mai 2016: Verfüllung des Firstspalts im Abbau 4/532 mit 1.805 m<sup>3</sup> Sorelbeton;
  - Mai bis September 2016: Verfüllung des Firstspalts im Abbau 2/553 mit 379 m<sup>3</sup> Sorelbeton.
- April 2014: Sicherung der Firste im Bereich der Zufahrt zur Abbaubegleitstrecke 553-m-Sohle;
- Juli 2014: Betonage des westlichen Zugangs zum Abbau 4/553;
- März und April 2015: Betonage des westlichen Zugangs zum Abbau 3/553.

### 574-m-Sohle

- Anfang des 3. Quartals 2013: Vorgezogene Teilverfüllung des Resthohlraums im Abbau 1/574 mit ca. 770 m<sup>3</sup> Sorelbeton;
- September bis November 2014: Im Rahmen des Sonderbetriebsplans 7/2014 wurde der Resthohlraum in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 4/574 und 5/574 mit 2.984 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 105
-------------------------------------------------	------------

In dem folgenden Abschnitt wird die gebirgsmechanische Situation sowie die Entwicklung des Lösungszutrittes für den Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3) für das Jahr 2017 bewertet.

## Gebirgsmechanische Überwachung

Zur Gewährleistung der weiteren Gebrauchstauglichkeit der noch zugänglichen Bereiche wird weiterhin anhand von geotechnischen (Extensometer, Fissurometer, Inklinometer) und geophysikalischen (Mikroseismik) Messungen sowie durch die visuelle Inspektion der Firstkontrollbohrungen und Risse die Überwachung fortgesetzt (s. Anhang 10.2 und Anhang 10.3). Die Messergebnisse aus dem Jahr 2017 zeigen sich wie folgt:

### Spannungsmessungen

Die Ergebnisse der Spannungsmessungen für den westlichen Bereich der 553- und 574-m-Sohle sind in Abschnitt 2.1.4.1 ab Blatt 16 beschrieben und in Anhang 2 detailliert dargestellt. Allgemein deuten die Spannungsmessungen im westlichen Bereich oberhalb der 658-m-Sohle auf hochbeanspruchte und überwiegend entfestigte, aber zumindest im Bereich der einbindenden Schweben auf noch intakte Pfeilerkerne, hin.

### Extensometermessungen


Die Ergebnisse der Extensometermessungen sind in Abschnitt 2.2.5 ab Blatt 26 beschrieben.

Die Isolinien der Pfeilerstauchungsraten (s. Anhang 3.2 auf Blatt 261) zeigen für den Zeitraum Januar 2017 bis Januar 2018 weiterhin ein präsent Maximum in den jährlichen querschlägigen Pfeilerstauchungsraten von 70 mm/a im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 553-m-Sohle. Im Pfeiler 2/3 auf der 574-m-Sohle liegen die aktuellen Pfeilerstauchungsraten in diesem Zeitraum bei 56 mm/a.

Die Zeitreihen der Pfeilerstauchungsraten im Pfeiler 3/4 auf der 553-m-Sohle und im Pfeiler 2/3 auf der 574-m-Sohle sind in (s. Anhang 3.2 auf Blatt 249 und Anhang 3.2 auf Blatt 250) dargestellt. Von Anfang 2011 bis Ende 2013 wurde an beiden Lokationen eine insgesamt degressive Entwicklung der Stauchungsraten beobachtet. Im Jahr 2014 blieben die Raten auf einem konstanten Niveau, bevor sich der degressive Trend im ersten Halbjahr 2015 fortsetzte. Ab Mitte 2017 zeigten die Extensometer eine Zunahme der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten. Dieser Trend ist seit Anfang 2018 wieder rückläufig, so dass aktuell wieder eine degressive Entwicklung der querschlägigen Stauchungsraten zu beobachten ist (s. Anhang 3.2 auf Blatt 249 und Anhang 3.2 auf Blatt 250). Dennoch liegen die querschlägigen Pfeilerstauchungsraten zum Berichtsstand auf einem höheren Niveau als im Vorjahr. Im ersten Quartal 2018 liegen die querschlägigen Pfeilerstauchungsraten bei 74 mm/a (Anfang 2017: 72 mm/a) im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 553-m-Sohle und bei 59 mm/a (Anfang 2017: 58 mm/a) im Pfeiler 2/3 auf der 574-m-Sohle (s. Anhang 3.2 auf Blatt 262).

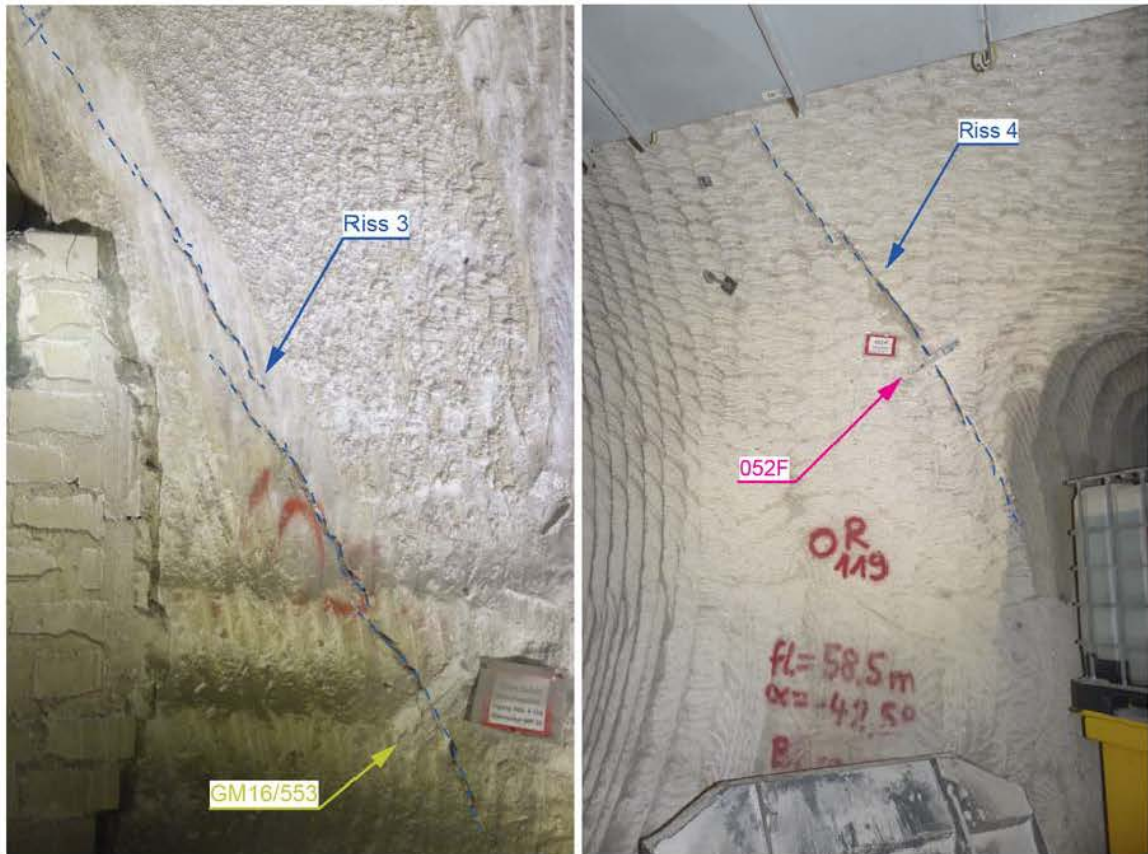
### Rissbeobachtungen

Im Jahr 2014 wurden in der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 2/553 bis 6/553 erstmals Rissstrukturen kartiert sowie Risslängen und Öffnungsweiten gemessen. Anfang 2017 wurden im Rahmen mehrerer Befahrungen die Risse detailliert kartiert und zum Teil neue Risse aufgenommen [67]. Insgesamt wurden im westlichen Teil der Abbaubegleitstrecke der 553-m-Sohle 11 Rissstrukturen kartiert. Diese konzentrieren sich hauptsächlich auf den südlichen Stoß der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 3/553 und

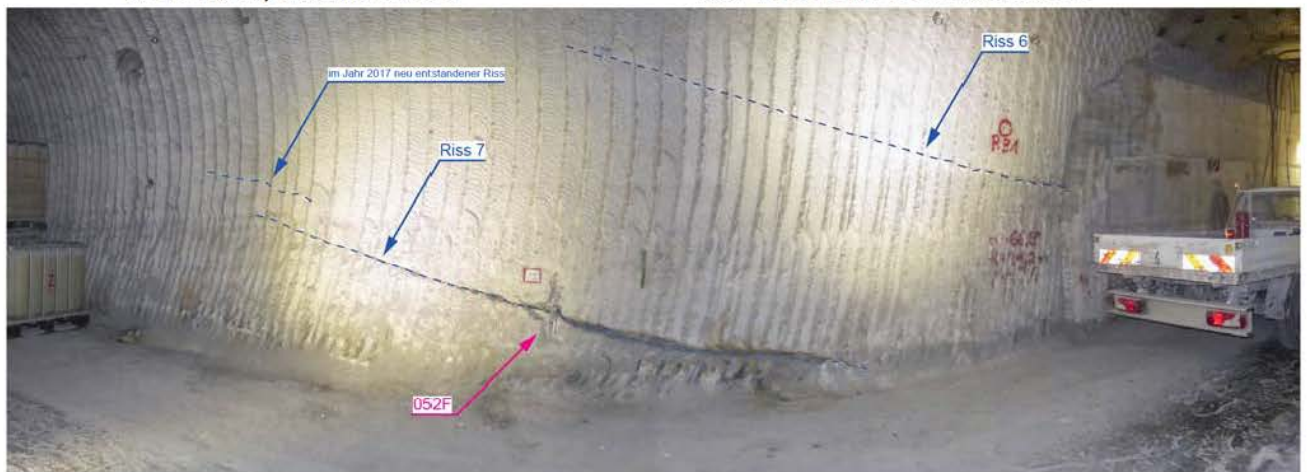
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 106

4/553 und zeigen überwiegend variabel streichende Orientierungen (s. Anhang 10.2). Im Bereich vom Zugang zur Abbaubegleitstrecke bis zum Abbau 3/553 sind zwei Risse in der Firste zu beobachten. Diese streichen in SW-NE Richtung und durchziehen zum Teil die gesamte Firste nach NE. Der Riss 11 zeigt Salzausblühungen und steht in Verbindung mit der Katasterstelle L553007. Die messtechnische Überwachung dieser Risse erfolgt überwiegend anhand von Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite und von Markierungen der Endpunkte zur Einschätzung der Risslängen und deren Verlängerung. Seit Mai 2017 werden die Risse 3 und 7 mittels Fissurometer messtechnisch überwacht.




(a) Riss 3 im östlichen Zugangsbereich zu Abbau (b) Riss 4 am westlichen Zugangsbereich zu Abbau 4/553 mit Gipsmarke 16/553 und Fissurometer 052F



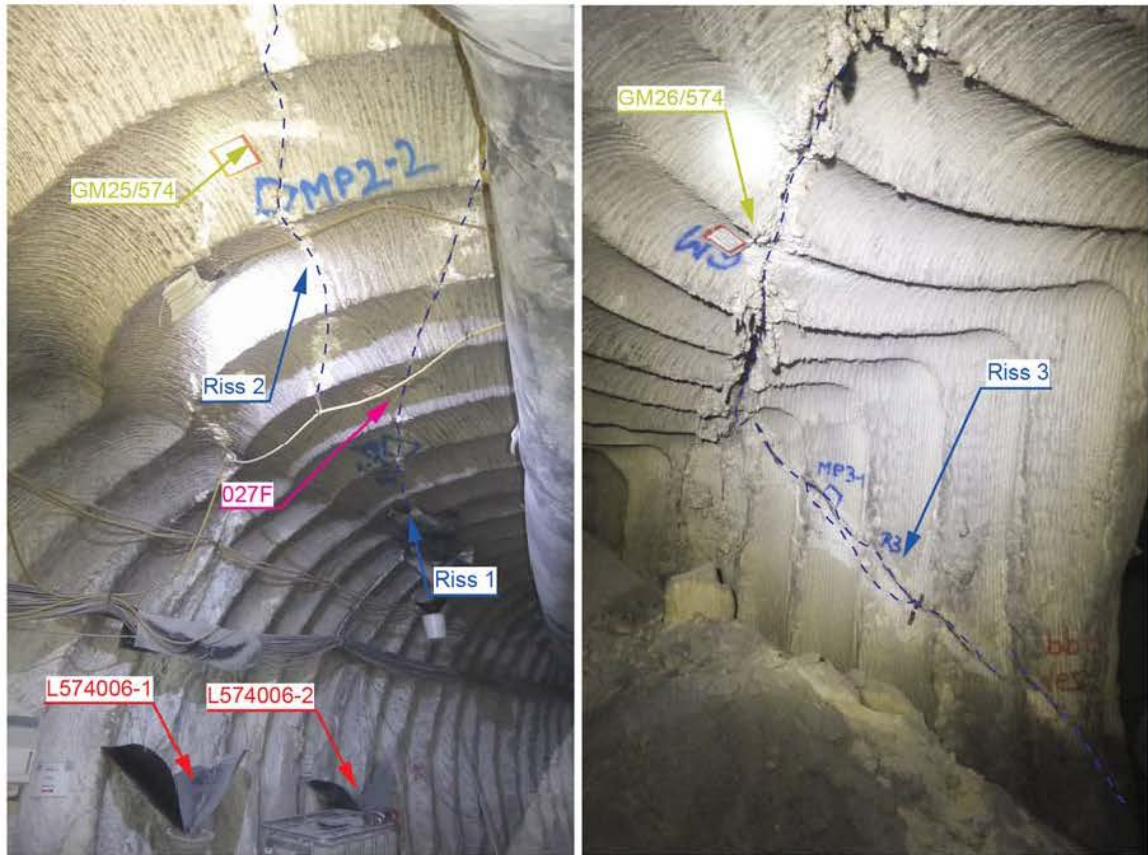
(c) Riss 6 und Riss 7 mit Öffnungsweite größer 20 mm mit Fissurometer 051F

Abbildung 4.30: Rissbeobachtung am Südstoß der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 4 auf der 553-m-Sohle, Stand: 25.01.2018

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 107

Die visuelle Beobachtung der Rissbildung sowie die Messergebnisse Anfang des Jahres 2018 zeigen, dass sich am südlichen Stoß vor Abbau 4/553 an den Rissen 5 und 7 zwei neue Risse gebildet haben (z. B. Abbildung 4.30c). Diese haben Risslängen von max. 1 m und zeigen die gleiche Orientierung wie die Risse 5 und 7. Der Riss 7 hat eine Öffnungsweite von >20 mm. Des Weiteren ist ein deutlicher Luftzug vor dem Riss zu spüren. Dies lässt auf eine Verbindung zum dahinterliegenden Firstspalt des Abbaus 4/553 schließen. Zusätzlich werden seit Mitte 2017 an einigen Rissen Rissverlängerungen z. T. im dm-Bereich beobachtet. Die Ergebnisse der Fissurometermessungen am 051F zeigen seit Mai 2017 eine Gesamtverschiebung der Öffnungsweite von ca. 0,43 mm (Verschiebungsrate von 0,56 mm/a im Jahr 2017), des Höhenversatzes von ca. 2,19 mm und der Scherung von ca. 0,81 mm (s. Anhang 10.5 auf Blatt 402). Das Fissurometer 052F zeigt seit Mai 2017 eine Gesamtverschiebung der Öffnungsweite von ca. 0,91 mm (Verschiebungsrate von 1,11 mm/a im Jahr 2017), des Höhenversatzes von ca. 0,25 mm und der Scherung von ca. 0,42 mm (s. Anhang 10.6 auf Blatt 403). Die gemessenen Rissverschiebung und die visuelle Beobachtung von neuen Rissen, deuten darauf hin, dass das Rissinventar weiterhin aktiv ist und somit eine fortschreitende Schädigung des westlichen Bereiches der 553-m-Sohle zu besorgen ist.

Beginnend im Westen der 574-m-Sohle (westlicher Bereich der Wetterstrecke zum Blindschacht 1) bis nördlich Abbau 5/574 werden seit Juni 2013 die festgestellten Risse im Stoß- und Firstbereich überwacht (s. Anhang 10.3 auf Blatt 399). Infolge der Verfüllung der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 von Dezember 2014 bis Januar 2015 und der Abbaubegleitstrecke nördlich der Abbaue 4/574 und 5/574 von September bis November 2014 werden zum Berichtsstand nur noch die Risse im Bereich der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 3/574 überwacht. Die messtechnische Überwachung dieser Risse erfolgt analog zu denen auf der 553-m-Sohle.



(a) Blick vom westl. Zugang Abbau 3/574 nach Nordosten auf die Firste  
 (b) Blick von der Abbaubegleitstrecke nach Südwesten auf den östl. Stoß im Zugang Abbau 3/574

Abbildung 4.31: Riss 1, 2 und 3/574 mit Markierung von Rissenden und verschiedenen Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite, Fissurometer und Gipsmarken sowie den Katasterstellen L574006-1 und -2, Stand: 21.02.2018

Am Riss 1 (westlicher Zugang zum Abbau 3/574) wurde zusätzlich ein Fissurometer an der Firste ungefähr in Streckenmitte installiert und im westlichen Zugang eine Gipsmarke gesetzt (s. Abbildung 4.31a). An den Rissen 2 und 4 (Firste und südlicher Stoß der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 3/574) wurden ebenfalls Gipsmarken gesetzt. Die Risse 1 bis 3/574 stellen ein zusammenhängendes Rissinventar dar, welches sich von östlichen Stoß im Zugang 3/574 über die Firste bis zum Übergang Stoß/Firstre des nördlichen Stoßes der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 3/574 erstreckt (s. Abbildung 4.31).

Die Messergebnisse Anfang des Jahres 2018 zeigen deutliche Veränderungen der Rissöffnungen zum Teil im mm-Bereich (s. Anhang 10.4 auf Blatt 401). Die Fissurometermessungen am westlichen Zugang zum Abbau 3/574 (s. Anhang 10.7 auf Blatt 404) erfassten seit Juni 2013 Gesamtverschiebungen der Öffnungsweite von ca. 1,2 mm (Verschiebungsrate von 0,17 mm/a im Jahr 2017, s. Tabelle 4.11), des Höhenversatzes von ca. 0,5 mm und der Scherung von ca. 0,09 mm. An den Gipsmarken GM25/574 und GM27/574 wurden Haarrisse detektiert. Die Gipsmarke GM26/574 zeigt Abplatzungen. Im Vergleich zum November 2013 werden Verlängerungen im Zentimeter- bis Dezimeterbereich an mehreren Rissen festgestellt. Die größte Verlängerung wurde am Riss 5, am südlichen Stoß vor Abbau 3/574, mit 60 cm nach Osten beobachtet.


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 109

Tabelle 4.11: Jährliche Verschiebungsraten von Fissurometer 027F zur Überwachung von Riss 13/574

Jahr	Öffnungsweite [mm/a]	Höhenversatz [mm/a]	Scherung [mm/a]	Gesamtverschiebung [mm/a]
2013 <sup>(1)</sup>	-0,34	-0,06	-0,01	0,34
2014	-0,67	-0,16	-0,06	0,70
2015	-0,27	-0,09	0,00	0,28
2016	0,00	-0,04	0,16	0,16
2017	-0,10	-0,10	0,07	0,16
2018 <sup>(2)</sup>	0,17	-0,26	0,06	0,31

<sup>(1)</sup> Beginn der Messung 12.06.2013

<sup>(2)</sup> Stand: 20.02.2018

### Inklinometerbohrungen

Die Videoinspektion Ende 2017 der Inklinometerbohrungen in den Pfeilern 3/4-553, 4/5-553 und 2/3-574 zeigten Risse, Verformungen und auf Feuchtigkeit zurückzuführende Salzausblühungen (s. Abbildungen 4.32 bis 4.34).


Die Höhenänderung im Pfeiler 3/4 auf der 553-m-Sohle (Bohrung 553012) wird seit 1997 gemessen. Die Kamerabefahrung Ende 2017 zeigt, dass bei einer Bohrlochteufe von 0 bis 7 m Feuchtigkeit im Bohrloch zu erkennen ist. Die Feuchtigkeit im Bohrloch ist aber nur im Bereich zwischen Wendelstrecke und Abbaubegleitstrecke zu erkennen (s. Anhang 10.2). Von dort an befindet sich das Bohrloch und somit auch der Bereich des Pfeilers 3/4-553 in einem trockenen Zustand. Im Anfangsbereich sinkt der Bohrdurchmesser von anfänglichen 86 mm auf kleiner 70 mm. Ab einer Bohrlochteufe von 37 m ist das Bohrloch zum Teil leicht elliptisch bzw. konvergiert. Im Bereich zwischen 35 bis 48 m ist das Bohrloch stark beansprucht, was mit den dort verstärkten Senkungen übereinstimmt.

Im Pfeiler 4/5 auf der 553-Sohle ist im Bohrloch 553014 keine Feuchtigkeit zu erkennen. Insgesamt können sieben Rissstrukturen bzw. Klüfte/Ausbrüche im Bohrloch identifiziert werden (bei ca. 1,7 m, 17,9 m, 30 m, 41 m, 42 m und 44 m), welches auf eine fortschreitende Schädigung des Bereiches hindeutet. Die in dem Bohrloch gemessenen Senkungen sind anfangs relativ gering und nehmen mit zunehmender Tiefe zu.



(a) Salzausblühungen als Hinweis auf Feuchtigkeit (b) Beanspruchter Bereich mit elliptisch verformtem Bohrlochquerschnitt bei ca. 40,0 m

Abbildung 4.32: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553012 (Pfeiler 3/4, 553-m-Sohle)

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 110



(a) Riss in der östlichen und westlichen Bohrloch- (b) Riss in der westlichen Bohrlochwand und in der wand Firste




(c) Riss in der östlichen und westlichen Bohrloch- (d) Kluft im Bohrloch wand

Abbildung 4.33: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553014 (Pfeiler 4/5, 553-m-Sohle)

Im Westflügel der 574-m-Sohle werden Inklinometermessungen im Pfeiler 2/3 durchgeführt (Bohrloch 574005, s. Abbildung 4.34). In der Bohrung setzen ab ca. 4 m Bohrlochteufe starke Senkungen ein, welche ab 26 m bis zum Bohrlochtieftsten abflachen. Im Abschnitt zwischen 11 m und 12 m Teufe ist ein Sprung zu beobachten, der auf einen stark beanspruchten Bereich hindeutet. Ab einer Bohrlochteufe von 12 m ist der Bohrlochdurchmesser auf kleiner 70 mm konvergiert. Im Bereich von 38 bis 48 m ist Feuchtigkeit im Bohrloch zu beobachten. Insgesamt lassen sich ein Riss und mehrere Ausbrüche in dem Bohrloch erkennen.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 111
-------------------------------------------------	------------



(a) Beginn der Rissstruktur bei ca. 9,80 m



(b) Ende der Rissstruktur bei ca. 10,10 m

Abbildung 4.34: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 574005 (Pfeiler 2/3, 574-m-Sohle)


### **Firstkontrollbohrungen**

Zur Überwachung der Firste im Zugangsbereich der Abbaubegleitstrecke der 553-m-Sohle wurden vor dem östlichen Zugang zu Abbau 4/553 im Jahr 2012 die Firstkontrollbohrungen 01/553 und 02/553 gestoßen (s. Anhang 10.2). Bei der Bohrlochbefahrung wurden in der Firstkontrollbohrung 01/553 bei einer Bohrlochtiefe von 2,0 m ein 2 bis 3 mm breiter Riss und ein Versatz festgestellt. Daraufhin wurde im Jahr 2013 die Firste in diesem Bereich nachgeschnitten und mit Ankern sowie Maschendrahtverzug gesichert, so dass die Bohrungen nicht mehr zugänglich sind. Eine weitere Firstkontrollbohrung befindet sich nördlich des Pfeilers 4/5 in der Abbaubegleitstrecke. Diese zeigt keine Rissbildung.

Um mögliche Auswirkungen der Verfüllung der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 hinsichtlich der Ausbildung von Rissen in der Firste im Bereich des Pfeilers 2/3-574 zu überwachen, wurden im 3. Quartal 2014 die Firstkontrollbohrungen 12/574 und 13/574 am Streckenkreuz gestoßen (s. Anhang 10.3). Dabei verläuft die Firstkontrollbohrung 13/574 in einem Winkel von ca. 45° über den Riss 13 auf die senkrecht verlaufende Bohrung 12/574 zu und quert diese bei 4,9 m (s. Anhang 10.8). Die Inspektion der Bohrungen vor der Verfüllung im September 2014 zeigte in der Bohrung 13/574 einen Riss bei ca. 1 m Bohrlochtiefe mit einer Öffnungsweite kleiner als 1 mm, welcher vermutlich mit dem Riss 13 in Verbindung gesetzt werden kann. Die nach der Verfüllung der Wetterstrecke durchgeführten Bohrlochbefahrungen (zuletzt Ende 2017) lassen keine Veränderungen erkennen.

### **Mikroseismik**

Die Ergebnisse zur mikroseismischen Überwachung im westlichen Bereich der 574-m-Sohle und des Blindschachts 1 können in Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 45 sowie in Anhang 5.18 entnommen werden. Demnach war in den Berichtszeiträumen 2016 und 2017 die mikroseismische Aktivität in diesem Bereich rückläufig, aber nicht vollständig abgeklungen. Es ist davon auszugehen, dass sich trotz der abgeschlossenen Stabilisierungsmaßnahmen bislang noch kein neuer stabiler Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Eine Verlagerung der mikroseismischen Aktivität vom Abbau 1/574 nach Osten kann nicht festgestellt werden.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 112
-------------------------------------------------	------------

## Salzlösungsmonitoring

Die Fassungsraten der Katasterlokationen L553007 und L57400 im Berichtsjahr 2017 können aus Kapitel 5 ab Blatt 168 entnommen werden.


Aus der Abbildung 5.5 auf Blatt 172 ist zu erkennen, dass die aktuellen Fassungsraten an den Katasterlokationen L553007 und L574006 seit September 2016 auf einem sehr geringen Niveau liegen. Im Jahr 2017 wurden nur noch insgesamt 109 L an den Katasterlokationen L553007 und L574006 gefasst. Seit Ende 2016 ist ein deutlicher Rückgang in den Fassungsraten zu beobachten, der sich auch im Jahr 2017 weiter fortsetzt. Ende 2017 werden an der Katasterlokation L553007 ca. 0,2 L/d und an der Katasterlokation L574006 ca. 0,1 L/d gefasst. Damit können die Katasterlokationen L553007 und L574006 derzeit als quasi trocken gefallen bewertet werden.

## Bewertung der Situation

Die vorgestellten Monitoringergebnisse und die festgestellten Schwebendurchbrüche belegen, dass sich das Tragsystem im westlichen Bereich der 553- und 574-m-Sohle im Nachbruchbereich befindet. Obwohl schon einige Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, wurde dennoch bis zum Sommer 2015 in diesem Bereich eine erhöhte mikroseismische Aktivität registriert. Im Jahr 2017 und aktuell ist eine verminderte mikroseismische Aktivität zu beobachten, doch das niedrige Niveau von vor 2013 wurde noch nicht wieder erreicht. Dies belegt, dass die bislang durchgeführten Maßnahmen zur Stabilisierung des Bereiches noch nicht ausreichen. Nur aufgrund der Resttragfähigkeit wird die gegenwärtige Gebrauchstauglichkeit noch gewährleistet. Weiterhin zeigt sich in dem Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 553-m-Sohle ein lokales Pfeilerstauchungsmaximum sowie, aufgrund des Anstieges der Pfeilerstauchungsraten Mitte 2017, derzeit erhöhte Pfeilerstauchungsraten im Vergleich zum Vorjahr. Zusammen mit den vorliegenden hohen Maximalspannungen und damit einhergehenden Spannungsdifferenzen belegen die Messungen die aktuell starke gebirgsmechanische Beanspruchung des durch den Salzbergbau übermäßig durchbauten Bereiches. Ebenso weisen diverse Risse im Stoß- und Firstbereich der Abbaubegleitstrecken auf der 553- und 574-m-Sohle Verlängerungen der Risslänge im dm-Bereich und eine Vergrößerung der Öffnungsweite auf. Zusätzlich zeigen die Kamerabefahrungen der Inklinometerbohrungen in den Pfeilern Risse, konvergierende Bohrlochquerschnitte und schon kurze Zeit nach der Erstellung weitreichende Schädigungen, was auf eine fortschreitende Entfestigung hinweist. Dies wird auch durch im Jahr 2017 neu entstandene Risse auf der 553-m-Sohle belegt.

Die konstatierten Lösungsaustritte resultierten aus dieser Beanspruchung und waren überwiegend an steil einfallende etwa WSW/ENE orientierte Trennflächen gebunden. Das Streichen dieser Risse entspricht keinen Schicht- bzw. Faziesgrenzen und ist nicht durch typische gebirgsmechanische Entfestigungserscheinungen zu deuten. Obwohl die festgestellten Rissverschiebungen eine fortschreitende Schädigung belegen, sind seit Anfang 2014 die Fassungsraten an den Austrittsstellen auf der 553- und der 574-m-Sohle zum Teil fast vollständig zurückgegangen und es wird derzeit fast keine Lösung gefasst. Auch die visuellen Beobachtungen der Bohrlöcher in den Pfeilern zeigen kaum Feuchtigkeit. Allerdings sind bei einer weiter fortschreitenden Schädigung in Verbindung mit einer erneuten Zunahme des Lösungsaustritts ein verstärktes Feuchtekiechen, Versatzsackungen und damit eine weitere Entfestigung zu besorgen. Um dieser Gefährdung entgegenzuwirken und eine nachhaltige Stabilisierung in diesem Bereich zu erreichen, ist zu empfehlen, die bereits erfolgten Stabilisierungsmaßnahmen durch die Verfüllung der Abbaubegleitstrecke und der Wetterstrecke auf bzw. zur der 574-m-Sohle zu ergänzen.

Für die Firstspaltverfüllung der Abbaue 3/511, 4/511 und 3/532 wurde in der Unterlage [68] ein Sicherheitskonzept ausgearbeitet, wie eine Beeinflussung der Fließwege des Hauptzutritts zu vermeiden

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 113

ist. Es wurden Bereiche (sogenannte Sicherheitszonen) definiert, in welchen das Eindringen von Sorelbeton zu unterbinden ist (Abbau 3/637 und Großabbau 3/658) oder als unkritisch angesehen wird (Abbaue 3/553 bis 3/616). Diese Argumentation basiert auf dem Fließverhalten von Sorelbeton unter realistischen betrieblichen Bedingungen. Daraus resultiert, dass eine vertikale Ausbreitung über mehr als zwei Sohlen unwahrscheinlich ist. Somit wird empfohlen die Firstspalte der Abbaue 2/574, 3/574 und 4/574 sukzessive zu verfüllen. Gemäß des o. g. Sicherheitskonzeptes besteht ein ausreichender Abstand zur Hauptfassungsstelle im Großabbau 3/658.

Die derzeitige Situation mit sehr geringen Fassungsraten begünstigt eine zeitnahe Verfüllung der Firstspalte, um einer erneuten Aktivierung des Trennflächeninventars entgegenzuwirken. Bei der Firstspaltverfüllung der Abbaue werden erfahrungsgemäß nur ca. 4 % des offenen Abbauvolumens mit Sorelbeton verfüllt. Das bedeutet, dass ca. 96 % mit Salzversatz verfüllt verbleiben. Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen Sorelbeton und Salzversatz zeigen, dass der Sorelbeton ein sehr geringes Eindringverhalten in den Salzversatz hat (max. Eindringtiefe 1 bis 7 cm) [69], so dass ein relevanter Einfluss auf die Migrationspfade durch den Sorelbeton innerhalb des Salzversatzes nicht zu besorgen ist. Derzeitig werden über 95 % der Salzlösungen der Südflanke an der Hauptfassungstelle in Abbau 3/658 und nur noch ca. 0,01 % oberhalb der 658-m-Sohle gefasst [21]. Demnach wird die vertikale Migration der Salzlösung in der Abbaureihe auch bei einer Verfüllung der Abbaureihe 3 nicht durch die Firstspaltverfüllung relevant beeinflusst.

Demgegenüber ist der Stabilisierungseffekt einer Verfüllung der Firstspalte in der Abbaureihe 3 angesichts des vorhandenen Trennflächeninventars mit der Gefahr einer weiteren Schädigung der Anbau-bank zum Deckgebirge, und damit einhergehend verstärktem Lösungszutritt, evident. Zusätzlich wird ohne weiterführende Stabilisierungsmaßnahmen die Reduktion der Eintrittswahrscheinlichkeit eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL) nur zum Teil erreicht werden.


#### 4.4 Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke

##### Situationsbeschreibung

Die Wendelstrecke stellt als einzige durchgehend befahrbare Verbindung, von der 490- zur 850-m-Sohle, eine für den Betrieb des Bergwerkes wesentliche Infrastrukturkomponente dar.

Ausgehend von der 750-m-Sohle wurde von 03/1970 bis 12/1978 – gem. SBPI. 40/2 – der Wendelstreckenabschnitt zur 800-m-Sohle aufgefahren. Im Zeitraum von 09/1972 bis 01/1975 erfolgte der Streckenvortrieb von der 750- zur 490-m-Sohle. Ab 08/1974 wurde die Wendelstrecke im Gegenortbetrieb, d. h. von der 490-m-Sohle abwärts, aufgefahren. Der Durchschlag wurde im Januar 1975 nördlich des Abbaus 8 auf der 595-m-Sohle erreicht. Im Zeitraum von 09/1983 bis 02/1984 erfolgte die Auffahrung von der 800- zur 850-m-Sohle (Anhang 11.1 auf Blatt 406).

Von der 490-m-Sohle bis zum Firstniveau der 700-m-Sohle befindet sich die Wendelstrecke in unmittelbarer Nähe der Abbaue im Baufeld an der Südflanke, welches starken gebirgsmechanischen Einwirkungen unterliegt. Ab der 553-m-Sohle verläuft die Wendelstrecke zunehmend im weniger standfesten Carnallitit bzw. im unmittelbaren Grenzbereich dazu. Ab der 700-m-Sohle liegt die Wendelstrecke im Bereich des intensiv durchbauten Baufelds im Sattelkern mit kleinräumig wechselnden Schichtfolgen der Staßfurt-Formation. Bedingt durch die vorliegenden geologischen und gebirgsmechanischen Faktoren sind insbesondere in den Bereichen von der 637- bis zur 775-m-Sohle erhebliche Schädigungen an der Wendelstrecke festzustellen, vor allem an den Stößen [48], [70].

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 114
-------------------------------------------------	------------

Daher wird seit 2012 im Bereich von der 637- bis zur 775-m-Sohle ein intensives geotechnisches Monitoring, einhergehend mit der Empfehlung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, durchgeführt. Aufgrund dort festgestellter Schäden bzw. Beanspruchungen wurden die unmittelbar an die Wendelstrecke anschließenden bzw. in deren Streckenverlauf einbezogenen Infrastrukturbereiche mit aufgenommen. Hierzu gehören auf der 750-m-Sohle der Hauptquerschlag nach Süden, sowie die Streckenaufweitung in der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen („alte E-Werkstatt“), von der die Wendelstrecke zur 775-m-Sohle abzweigt.

Die Betrachtung der übrigen Wendelstreckenabschnitte erfolgt auf Grundlage regelmäßiger visueller Kontrollen und vorliegender Standortdaten.


Zur detaillierten räumlichen Zuordnung, der im Rahmen des geotechnischen Monitorings betrachteten Wendelstreckenabschnitte von der 490- bis zur 850-m-Sohle (Anhang 11.1 auf Blatt 406), erfolgt eine Aufteilung in die folgend aufgeführten sieben Teile - unter Berücksichtigung ihrer jeweils unterschiedlichen Monitoringprogramme bzw. Schadensbilder:

1. Wendelstrecke von der 490-m-Sohle bis oberhalb der Wendelkehre 616/637-m-Sohle
2. Wendelstrecke von der Wendelkehre 616/637-m-Sohle bis zum Sohlenniveau der 679-m-Sohle
3. Wendelstrecke vom Firstniveau der 700-m-Sohle bis zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle (wird in einem separaten Monitoringbericht zur 700-m-Sohle beschrieben und bewertet [34]) und im Jahresbericht entsprechend unter Abschnitt 4.5 auf Blatt 123 aufgeführt
4. Wendelstrecke vom Firstniveau der 725-m-Sohle bis zum Anschluss an die Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle
5. Wendelstrecke von der Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle bis zum Abzweig der Wendelstrecke von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle
6. Wendelstrecke vom Abzweig der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle bis zum Temperaturversuchsfeld V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle
7. Wendelstrecke unterhalb des Temperaturversuchsfelds V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle bis zu den Salzgewinnungsstrecken auf der 850-m-Sohle

### **Bewertung der Messergebnisse, visuellen Beobachtungen und sonstigen Standortdaten**

Neben regelmäßigen Dokumentationen visueller Beobachtungen wurden folgende geotechnische Instrumentierungen bzw. Erkundungsmaßnahmen ausgewertet, wobei die Lage der Messstellen u. a. Anhang 1.1 auf Blatt 199 zu entnehmen ist:

- First- und Stoßkontrollbohrungen
- Sohlkontrollbohrungen (Sohlkontrollbohrungen in der Wendelstrecke werden nur im Sohlenniveau der 700-m-Sohle inspiziert und im entsprechenden Monitoringbericht abgehandelt [34])
- Konvergenzmessungen
- Rissbeobachtung (Fissurometermessungen)
- Extensometermessungen
- Georadarmessungen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 115

### **Wendelstrecke von der 490-m-Sohle bis oberhalb der Wendelkehre 616/637-m-Sohle**

Für die Wendelstreckenabschnitte von der 490- bis zur 616-m-Sohle wurde auf laufende visuellen Kontrollen und vorliegende Standortdaten zurück gegriffen. Zur Dokumentation der bereichsweise intensiven Schädigung der Wendelstreckenkontur auch im oberen Grubenbereich (s. a. Anhang 11.1 auf Blatt 406), werden exemplarisch zwei Streckenabschnitte mit besonders markanten Abschaltungen an den Stößen aufgeführt (Abbildung 4.35), an denen künftig Sanierungsbedarf vorliegt:



(a) Südstoß mit intensiven Abschaltungen im Bereich zwischen Zufahrt Abbaubegleitstrecke 553-m-Sohle und Zufahrt Wetterstrecke Bl. Sch. 1, 574-m-Sohle.



(b) Signifikant entfestigter Nordstoß der Wendelstrecke auf Höhe zwischen Abbau 7 und Abbau 8 auf der 595-m-Sohle


Abbildung 4.35: Wendelstreckenabschnitte mit markant entfestigten Stößen ohne Ankerung im Bereich von der 553- bis zur 616-m-Sohle

### **Wendelstrecke von der Wendelstreckenkehre 616/637 bis zum Sohlenniveau der 679-m-Sohle**

Die Firstkontrollbohrungen in diesem Wendelstreckenabschnitt weisen Feuchtigkeit in der Bohrlochkontur und signifikante Salzausblühungen auf, welche auf Zersetzungerscheinungen im Carnallit durch feuchte Grubenwetter zurückgeführt werden. Anteilig können diese auch auf ausgebildete Schädigungen hinweisen. Aufgrund der zunehmend intensiveren Ausblühungen sind diese Bohrungen überwiegend nicht mehr mit der Bohrlochkamera befahrbar und sollten durch neue Bohrungen in repräsentativer Lage ersetzt werden.

Die Konvergenzmessungen innerhalb der 2012/2013 neu erstellten Umfahrungen von geschädigten und abgeworfenen älteren Wendelstreckenabschnitten, belegen seit Messbeginn eine überwiegend kontinuierliche, leicht degressive Entwicklung der Konvergenzraten (Anhang 11.5, Bild 22 auf Blatt 412). Die ermittelten Verformungsdaten liegen überwiegend leicht unterhalb der Werte von 2016. Im Vergleich mit den Mittelwerten der 2017 für diesen Bereich ermittelten Verformungsdaten von 1,0‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,5‰/a für die vertikale Messstrecke (Vergleichswerte für Südflanke Wendelstrecke, 490- bis 700-m-Sohle, Carnallit [18]) liegen die Werte der Messstrecken in der oberen Wendelstreckenumfahrung (K034 und K035) unterhalb der Mittelwerte und die der unteren Wendelstreckenumfahrung (K036 und K037) tendenziell oberhalb bzw. gleichauf. Die im April 2018 ermittelten Konvergenzraten zur Vormessung liegen für die oberen Umfahrungsabschnitte zwischen 2,6 bis 5,6 mm/a und für die unteren Umfahrungsabschnitte zwischen 7,4 bis 10,0 mm/a (Anhang 11.5, Bild 22 auf Blatt 412).

Die auf hohem Niveau verlaufenden Pfeilerstauchungsdaten führen zu einer fortschreitenden Schädigung im Bereich der 637-m-Sohle. Die Pfeilerstauchungsdaten in den Pfeilern 2/3 bis 4/5 liegen ähnlich dem Vorjahr zwischen 40 bis 55 mm/a. Dort zeigt sich für die westlichen Pfeiler 2/3 und 3/4 zuletzt ein

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 116
-------------------------------------------------	------------

leicht progressiver Verlauf und für Pfeiler 4/5 eher ein schwach degressiver Trend. Das Extensometer in Pfeiler 6/7, mit den höchsten Raten für 2016, lieferte 2017 keine verwertbaren Messwerte und muss erst wieder instandgesetzt werden (Anhang 2 auf Blatt 203).

Im Bereich der 658-m- und 679-m-Sohle fallen die relativ stagnierenden Pfeilerstauchungsraten mit ca. 10 bis 15 mm/a deutlich geringer aus (Anhang 2 auf Blatt 203).

An den noch vom ursprünglichen Wendelstreckenverlauf verbliebenen Stößen in der Wendelkehre, im Sohlenniveau der 637-m-Sohle, zeigen sich teilweise Entfestigungserscheinungen. Im Bereich der 2012/2013 als obere und untere Umfahrung aufgefahrener Streckenabschnitte, sind noch keine relevanten Schädigungen erkennbar.

Im weiteren Verlauf der Wendelstrecke, vom Anschluss der unteren Umfahrung im Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658, zeigt sich diese insbesondere an den Stößen als überwiegend intensiv entfestigt (Abbildung 4.36).



(a) Abgesperrter intensiv geschädigter Südstoß der Wendelstrecke zwischen entfestigter Spritzbetonsicherung und Nische




(b) Südstoß mit schadhafter Spritzbetonsicherung und Abschalungen im Übergang 637-658-m-Sohle

Abbildung 4.36: Südstoß der Wendelstrecke vom Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658

Vor allem der Südstoß (Abbildung 4.36a), inklusive der dort abschnittsweise aufgetragenen Spritzbetonstabilisierungen (Abbildung 4.36b), weist zunehmend signifikante Abschalungen auf und ist dort anteilig auf einer Länge von etwa 50 m abgesperrt.

Die auf Höhe der Abbaue 3/658 und 4/658 eingerichteten Konvergenzmessstrecken K014 und K015 sowie die im weiteren Verlauf der Wendelstrecke auf der 679-m-Sohle gelegenen Konvergenzmessstrecken K016 und K017 deuteten bis 2016 einen leicht progressiven Verlauf der Konvergenzraten an. Dieser progressive Verlauf geht aber 2017 in eine eher stagnierende Phase über, ausgenommen K017 mit weiterhin ansteigenden Konvergenzraten (Anhang 11.5, Bild 23 auf Blatt 413). Die Verformungsraten von den mittig der Abbaureihe 3 installierten westlichen Messstrecken K014 und K016 liegen unterhalb und die weiter östlich, näher an Abbaureihe 4 installierten Messstrecken K015 und K017, liegen oberhalb der in diesem Grubenbereich für 2017 ermittelten Verformungsraten (Vergleichswerte für Südflanke Wendelstrecke, 490- bis 700-m-Sohle, Carnallitit [18]). Die im April 2018 ermittelten Konvergenzraten zur Vormessung liegen für die westlichen Messstrecken K014 und K016 zwischen 2,76 bis 5,5 mm/a und für die östlichen Messstrecken K015 und K017 zwischen 6,7 bis 12,1 mm/a (Anhang 11.5, Bild 23 auf Blatt 413).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 117
-------------------------------------------------	------------

### **Wendelstrecke vom Firstniveau der 700-m-Sohle bis zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle**

Ausführungen zum etwa 230 m langen Wendelstreckenabschnitt auf der 700-m-Sohle erfolgen im Teil zur 700-m-Sohle Abschnitt 4.5 auf Blatt 123.

### **Wendelstrecke vom Firstniveau der 725-m-Sohle bis zum Anschluss an die Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle**

Zur Bewertung der Situation in diesem Wendelstreckenabschnitt werden auch die zwei im unteren Sohlenbereich der 700-m-Sohle gelegenen Konvergenzmessstrecken K17 und K021 einbezogen. Im Streckenteil der ersten oberen 35 m, bis etwa zur Konvergenzmessstrecke K021, liegen keine relevanten visuell erkennbaren Schädigungen vor. Die Verformungsraten der beiden östlichen Messstrecken K17 und K021 liegen unterhalb der Vergleichswerte für diesen Grubenraum (Vergleichswerte für Sattelkern, 700- bis 775-m-Sohle, Staßfurtsteinsalz mit Verformungsraten von etwa 0,6‰/a für die horizontale Messstrecke und 0,8‰/a für die vertikale Messstrecke [18]), aber innerhalb der Bandbreite von 2017. Die horizontale Messstrecke von K17 ist seit Mitte 2016 aufgrund ungünstig verlaufender Rohrleitungen nicht mehr messbar. Die im April 2018 ermittelten Konvergenzraten zur Vormessung liegen für die Messstrecken K021 zwischen 2,5 bis 3,4 mm/a und für die vertikale Messstrecke K17 im November 2017 (danach inaktiv) bei 0,8 mm/a (Anhang 11.5, Bild 24 auf Blatt 413).

Weiter westlich sind an Nord- und Südstoß zunehmend Abschalungen ausgebildet, wobei im September 2017 der intensiv geschädigte Nordstoß in diesem Bereich, bis zum Anschluss an die Stabilisierungsmauer am Querschlag zum Hauptgesenk I westl., auf einer Länge von ca. 65 m mit einer Sorelbetonmauer stabilisiert wurde (Abbildung 4.37a).



(a) Vom Querschlag zum Hauptgesenk I westl. bis zum Übergang zur 700-m-Sohle ausgebaute Stabilisierungsmauer am Nordstoß




(b) Entfestigter Süd- und Nordstoß des Wendelstreckenabschnitts unterhalb des Querschlags zum Hauptgesenk I westl. mit beanspruchter Systemankerung

Abbildung 4.37: Sanierte und entfestigte Stöße im Wendelstreckenabschnitt vom Firstniveau/ 725-m-Sohle bis zur Wendelkehre Sohlenniveau/725-m-Sohle

Der Südstoß des östlichen Streckenabschnitts, unterhalb der oberen 35 m, weist bis zum Zugang zu Abbau 6/725 (Na2) ebenfalls deutliche Abschalungen auf, weiter unterhalb bis zum westlichen Zugang der ELK 7/725 zeigt sich der Südstoß weniger entfestigt.

Im unteren westlichen Teil des betrachteten Wendelstreckenabschnitts zeigen sich an Nord- und Südstoß intensive Abschalungen, welche durch eine ältere Systemankerung gesichert sind (Abbildung 4.37b). Einzelne Ankerplatten der erkennbar beanspruchten Sicherung sind abgerissen. Die dort im verformungsaktiveren Carnallitit mittig von Abbau 8/725 (Na2) gelegene Konvergenzmessstrecke

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 118
-------------------------------------------------	------------

K022 weist mit Verformungsraten von 1,0‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,0‰/a für die vertikale Messstrecke im Vergleich zu den beiden östlichen Messstellen deutlich höhere Verformungsraten auf. Diese liegen aber unterhalb der in diesem Bereich für 2017 ermittelten Verformungsraten (1,2‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,4‰/a für die vertikale Messstrecke - Vergleichswerte für Sattelkern, 700- bis 775-m-Sohle, Carnallitit [18]), befinden sich aber in der Bandbreite der 2017 gemessenen Werte. Die im April 2018 zur Vormessung ermittelte horizontale Konvergenzrate liegt für K022 bei 4,6 mm/a, die vertikale Konvergenzrate bei 6,4 mm/a (Anhang 11.5, Bild 24 auf Blatt 413).

**Wendelstrecke von der Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle bis zum Abzweig der Wendelumfahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle**

Der westliche Teil dieses Wendelstreckenabschnitts ist durch die 2015 durchgeführte Stabilisierung der östlichen Wendelstreckenkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle und die 2015/2016 erfolgte Erstellung von Sorelbeton-Stützmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße aktuell als ausreichend stabilisiert anzusehen (Abbildung 4.38a). Die dort installierte Konvergenzmessstelle K047 weist als Besonderheit zwei horizontale Messstrecken auf, eine verankert im Stützbauwerk (H1) und eine im anstehenden Salz (H2). An K047 werden 2017 Konvergenzraten von 5,5 mm/a für die horizontale Messstrecke H1 und 9,2 mm/a für die vertikale Messstrecke ermittelt, die Konvergenz in der im Salz verankerten horizontalen Messstrecke H2 fällt deutlich geringer aus. Die im April 2018 zur Vormessung ermittelte horizontale Konvergenzrate (im Beton (H1)) liegt für K047 bei 5,3 mm/a, die vertikale Konvergenzrate liegt bei 8,5 mm/a (Anhang 11.5, Bild 25 auf Blatt 414).

Im östlich anschließenden Wendelstreckenabschnitt, bis zum Hauptquerschlag nach Süden, sind 2015 nach einem Konturnachschnitt steil stehende Risse in der Firste sowie Abschalungen an den Stößen verblieben (Abbildung 4.38b). Bei anschließenden Georadarbefahrungen wurden im Bereich der Firstrisse diverse konturnahe Reflektoren aufgezeichnet, welche die ausbeißenden Risse kreuzen. Bei einer Überprüfung durch Firstkontrollbohrungen wurden in zwei Bohrungen geöffnete Risse bzw. ein Riss von geringer Öffnungsweite festgestellt. Zunehmend deuten sich weitere potentielle Risse bzw. Trennflächen an Schichtgrenzen an (Anhang 11.2, Bild 11 auf Blatt 407), wobei im Vergleich zum Vorjahr nur vereinzelt marginale Vergrößerungen der Rissöffnungsweiten erkannt wurden. Eine Vernetzung der seigeren Firstrisse mit großräumigen horizontalen Rissstrukturen wurde nicht festgestellt, ist jedoch weiterhin zu besorgen.




(a) Westlicher Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle mit Stabilisierungsmauern an Nord- und Südstoß



(b) Östlicher Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle mit zunehmender Ausbildung steil einfallender Abschalungen bis zum Übergang Nordstoß zur Firste

Abbildung 4.38: Sanierungsmaßnahmen im Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 119
-------------------------------------------------	------------

Die an den Firstrissen installierten Fissurometer 038F bis 042F zeigen keine einheitliche Entwicklung der Verschiebungsraten. Die Fissurometer 038F bis 040F weisen vom vierten Quartal 2016 bis Anfang Februar 2017 steigende Gesamtverschiebungswerte mit Raten von max. 1,9 mm/a auf, wobei diese überwiegend den Verschiebungen der Öffnungsweite entsprechen (Anhang 11.4 auf Blatt 410). Daraufhin sinken die Werte bis Ende Juni 2017 ab um bis zum Oktober zu stagnieren. Darauf folgt bis zum 05.03.2018 wieder eine progressive Entwicklung der Gesamt- bzw- Öffnungsweitenverschiebungen mit Raten von max. 2,0 mm/a, wobei an 039F ergänzend die Verschiebungswerte der Scherung kontinuierlich ansteigen und die Gesamtverschiebung entsprechend beeinflussen. Der Höhenversatz ist an den betrachteten Fissuometern vergleichsweise zu vernachlässigen.

An Fissurometer 041F stagnieren die Verschiebungswerte in der ersten Hälfte von 2017 und steigen dann bis zum 05.03.2018 mit einer Gesamtverschiebungsrates von 0,5 mm/a moderat an.

Für Fissurometer 042F entsprechen die Gesamtverschiebungswerte überwiegend der Scherung. Nach einer Stagnation der Verschiebungswerte bis Ende Januar 2017 zeigt die Gesamtverschiebung bis Mitte Dezember eine leicht progressive Entwicklung mit Raten von etwa 0,4 mm/a. Im Anschluss stellt sich bis zum 05.03.2018 wieder ein stagnierender Verlauf der Verschiebungswerte ein (Anhang 11.4 auf Blatt 411).


Die im weiteren östlichen Verlauf der Wendelstrecke bei den Georadaruntersuchungen detektierten Auflockerungen am Nordstoß konnten überwiegend in den Stoßkontrollbohrungen bestätigt werden (Anhang 11.3, Bilder 16 bis 21, auf Blatt 408), wobei sich die Auflockerung des Nordstoßes im Vergleich zum Vorjahr deutlich erkennbar vergrößert hat. In Übereinstimmung mit der zunehmenden Ausbildung der Abschaltungen am Nordstoß zeigt sich in den dort angesetzten Stoßkontrollbohrungen mehrfach ein Versatz an den in der Bohrlochkontur vorhandenen Rissen (Anhang 11.3, Bilder 16 bis 19, auf Blatt 408). Eine randliche Fortsetzung der Schädigungen des Stoßbereichs bis in die Firste wird in den beiden westlichen Firstkontrollbohrungen durch steil einfallende geöffnete Risse von geringer Öffnungsweite angedeutet (Anhang 11.2, Bilder 12 bis 13, auf Blatt 407). Für eine Vernetzung der steil einfallenden Risse in den Stößen mit horizontal verlaufenden Strukturen in der Firste gibt es bislang keine Hinweise.

Die Verformungsraten der im betreffenden Wendelstreckenabschnitt gelegenen Messstrecke K031 liegen 2017 geringfügig unterhalb der 2016 in diesem Bereich ermittelten Ausgangswerte (s. Anhang 11.5, Bild 25 auf Blatt 414). Die im April 2018 zur Vormessung ermittelte horizontale Konvergenzrate liegt für K031 bei 3,0 mm/a, die vertikale Konvergenzrate liegt bei 4,8 mm/a (Anhang 11.5, Bild 25 auf Blatt 414).

Im verbliebenen Bereich des Hauptquerschlags nach Süden auf der 750-m-Sohle lassen die Firstkontrollbohrungen keine signifikanten Entfestigungen erkennen, wobei sich in der Firstkontrollbohrung FKBrG. 26-750 die Ausbildung eines potentiellen Risses andeutet (Anhang 11.2, Bild 14 auf Blatt 407). Der konturnahe Auflockerungen aufweisende südliche Teil wurde mit Sorelbeton verfüllt. Im Bereich der ehemaligen E-Werkstatt in der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen erfolgte ein partieller Konturnachschnitt an der Firste, wodurch konturnahe Auflockerungen bzw. Risse in den Firstkontrollbohrungen weggefallen sind. Ansonsten zeigen sich dort bis Anfang 2018 gegenüber dem Vorjahresbericht keine signifikanten Veränderungen an den Firstkontrollbohrungen.

**Wendelstrecke vom Abzweig der Wendelumfahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle bis zum Temperaturversuchsfeld V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle**

Nach der Verfüllung des östlichen Teils des Wendelstreckenabschnitts von der 750-m-Sohle bis zur 775-m-Sohle wurde dieser 2014 durch eine Neuauffahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 120
-------------------------------------------------	------------

Westen aus ersetzt. Diese neu aufgefahrene Strecke zeigt seit Anfang 2015 die Ausbildung von Rissen bei gleichzeitig geringfügig erhöhter mikroseismischer Aktivität auf. Insbesondere im Bereich der Abzweigung von der Richtstrecke in die Neuauffahrung, werden an die geologischen Schichten gebundene steil einfallende Risse bzw. Abschaltungen durch Fissurometer überwacht (Abbildung 4.39). Weiter westlich am Nordstoß ausgebildete steil einfallende Abschaltungen geringer Mächtigkeit wurden partiell mit einer Systemankerung gesichert. Im Vorjahr registrierte kleinräumige Feuchtstellen an der Firste unterhalb der Y-Strecke sowie im Bereich des südwestlichen Stoßes sind aktuell weitgehend eingetrocknet.

Die Auswertung des Fissurometers 034F (Abbildung 4.39b) zeigte am nordöstlichen Stoß Anfang 2015 hohe Gesamtverschiebungsraten von etwa 18 mm/a, welche sich bis Februar 2017 auf etwa 7 mm/a verringert haben und im März 2018 bei etwa 8 mm/a liegen (Anhang 11.4 auf Blatt 409). Am südwestlichen Stoß ist an Fissurometer 037F (Abbildung 4.39a) die Gesamtverschiebungsrates in der Zeit von Anfang 2015 bis März 2018 von etwa 6 mm/a auf etwa 4 mm/a zurückgegangen. Insgesamt nehmen die Anzahl der erkennbaren Risse sowie deren Verschiebungsbewegungen bzw. Risslängen weiterhin zu, aber mit verminderter Geschwindigkeit.



(a) Südstoß im Ostteil der Wendelstreckenumfahrung zur 775-m-Sohle mit steil einfallenden Trennflächen und Fissurometer 037F




(b) Fissurometer 034F an einem in der Schichtung verlaufenden Riss am Nordoststoß im Einmündungsbereich der Wendelstreckenumfahrung

Abbildung 4.39: Entfestigungserscheinungen im Wendelstreckenabschnitt von der 1. südl. Richtstrecke nach Westen zur 775-m-Sohle

Mittels der dort mehrfach durchgeführten Georadaruntersuchungen wurden markante Reflektoren an den Stoßen der Neuauffahrung sowie im Bereich des untersuchten Nordstoßes der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen aufgezeichnet, welche die steil stehenden geologischen Schichten abbilden. Dabei ist eine Verlängerung der Reflexionszonen, entsprechend einer Zunahme der Schädigung, erkennbar. Kontrollbohrungen in den oberen Südstoß sowie in der Firste nahe am Übergang zum Südstoß zeigen weiterhin keine geöffneten Risse, sondern angedeutete potentielle Rissstrukturen bzw. mögliche Trennflächen an Schichtgrenzen sowie geringfügige Salzausblühungen (Anhang 11.2, Bild 15 auf Blatt 407).

Die Firstradaruntersuchungen weisen einen Bereich mit markanten konturnahen Reflexionsstrukturen im oberen Streckenteil auf, wobei in der dort erstellten Firstkontrollbohrung bislang keine geöffneten Risse zu erkennen sind.

An K045 werden 2017 Verformungsraten von 0,8‰/a für die horizontale Messstrecke H1 und 1,6‰/a für die vertikale Messstrecke ermittelt, oberhalb der Mittelwerte für diesen Grubenraum. Die im April

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 121
-------------------------------------------------	------------

2018 zur Vormessung ermittelte horizontale Konvergenzrate liegt für K045 bei 3,6 mm/a, die vertikale Konvergenzrate liegt bei 6,4 mm/a (Anhang 11.5, Bild 26 auf Blatt 414).

***Wendelstrecke unterhalb des Temperaturversuchsfelds V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle bis zu den Salzgewinnungsstrecken auf der 850-m-Sohle***

Analog zum obersten Wendelstreckenteil wurde zur Bewertung des Wendelstreckenabschnitts vom TVF V auf der 775- bis zur 850-m-Sohle auf laufende visuellen Kontrollen und vorliegende Standortdaten zurück gegriffen.

**Fazit**

Zusammenfassend lässt sich die aktuell verbliebene insgesamt etwa 3.630 m lange Wendelstrecke (inklusive der auf einzelnen Sohlen einbezogenen Verbindungsstrecken) in Abhängigkeit von der derzeit vorgesehenen Nutzungsdauer in drei Abschnitte unterteilen:

1. Der Bereich von den Salzgewinnungsstrecken im Firstniveau der 850-m-Sohle bis zur Einbiegung der Wendelstreckenumfahrung in die 1. südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle (etwa 830 m Länge und ca. 120 m Verbindungsstrecke auf der 800-m-Sohle):


Dieser Bereich wird nach derzeitiger Planung bis Ende 2021 abgeworfen und verfüllt sein. Der nur noch relativ kurzen Nutzungsdauer entsprechend sollte hier der Schwerpunkt auf ein Monitoring gelegt werden, zumal größere Streckenteile bereits neu aufgefahren bzw. nachgeschnitten wurden. Aufwändige Sanierungsmaßnahmen sollten auf den konkreten Bedarfsfall beschränkt bleiben.

2. Die Wendelstrecke von der 750- zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle (etwa 670 m inklusive der einbezogenen Strecken auf der 750-m-Sohle):

Dieser Streckenabschnitt soll entsprechend derzeitiger Planung, nach dem Rückzug von der 750-m-Sohle und der Einrichtung des Lösungsmanagements für in den tieferen Sohlen anfallende Salzlösungen auf der 700-m-Sohle, bis Ende 2023 sukzessive abgeworfen und verfüllt werden. Der Abschnitt weist insbesondere an den Stößen intensive Schädigungen auf und unterliegt einer starken infrastrukturellen Nutzung. Aufgrund der vorgesehenen Nutzungsdauer und der bereits vorliegenden Schädigungen sind hier, neben einem intensiven Monitoring, bedarfsabhängig auch Sanierungsmaßnahmen, wie die Erstellung von Stabilisierungsmauern an entfestigten Stößen, zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit als erforderlich und angemessen anzusehen.

3. Der Bereich der Wendelstrecke von der 700-m-Sohle im Sohlenniveau bis zur 490-m-Sohle (etwa 2.010 m):

Dieser Teil ist nachzeitigem Planungsstand für die gesamte Betriebszeit der Schachanlage, unter Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit, offen und in Betrieb zu halten. Aufgrund der bereits vielfach vorliegenden und der zukünftig zu erwartenden Schädigungen, sind hier kontinuierlich Sanierungs- und Stabilisierungsmaßnahmen vorzunehmen. Sanierungsmaßnahmen, wie die Erstellung ausreichend dimensionierter Sorelbetonmauern, können entsprechend für eine Stabilisierung sorgen. Bereichsweise ist die Neuauffahrung von stabilen und durchgängigen Streckenabschnitten mit etwa 4,7 bis 5,0 m Breite sinnvoll.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 122

In den letzten sechs Jahren wurden einzelne intensiv geschädigte Bereiche der Wendelstrecke, in denen die Gebrauchstauglichkeit nicht mehr gewährleistet werden konnte, verfüllt und durch etwa 300 m neu aufgefahrne Strecken umfahren. Weitere Abschnitte, mit ausgeprägten Abschaltungen der Stöße, wurden durch die Erstellung von Sorelbetonmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße stabilisiert. Im Jahr 2017 wurden diese bislang etwa 100 m langen Streckenabschnitte durch die Verlängerung der Mauer am Nordstoß der 725-m-Sohle auf zuletzt insgesamt etwa 165 m Länge vergrößert. Darüber hinaus wurden sukzessive händische Beraubarbeiten an der Wendelstrecke im Bereich von der 490-m-Sohle bis zur 637-m-Sohle durchgeführt. Von der 775-m-Sohle bis zur 800-m-Sohle erfolgte Ende 2016 bis Anfang 2017 ein Nachschnitt der Streckenkontur. Kleinräumige Konturabschnitte sind mit einer Systemankerung versehen worden.

Der Großteil der insgesamt über 3,5 km langen Wendelstrecke ist weiterhin nicht saniert, unterliegt aber einer fortschreitenden Entfestigung. Dort besteht ein kontinuierlich hoher Bedarf an Monitoring- und Sanierungsmaßnahmen, zumal auch erst vor relativ kurzer Zeit neu aufgefahrne Strecken bereits deutliche Schädigungen aufweisen.

In Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzungsdauer und dem Zustand der Wendelstrecke sind zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit zunehmend weitere Stützbawerke aus Sorelbeton zu errichten (s. Abbildung 4.40), welche ihrerseits durch ein geeignetes Monitoring zu überwachen sind. Bereichsweise sind auch neue Streckenabschnitte aufzufahren [71]. Aufgrund der Komplexität der Gesamtmaßnahme sind zukünftig Anpassungen der derzeit vorgesehenen Nutzungsdauer sowie Änderungen bezüglich noch benötigter Infrastrukturräume zu erwarten.

Für die Wendelstrecke ist grundsätzlich anzustreben, nicht mehr benötigte Abschnitte sowie offene Grubenräume im Umfeld baldmöglichst abzuwerfen. Die großen Spannweiten in den Streckenkehren sind zu reduzieren und ungenutzte Nischen firstbündig zu verfüllen. Bei Nachschnittarbeiten bzw. Neuauffahrungen ist eine Firstwölbung (Scheitelhöhe) von etwa einem Drittel der Streckenbreite anzustreben.

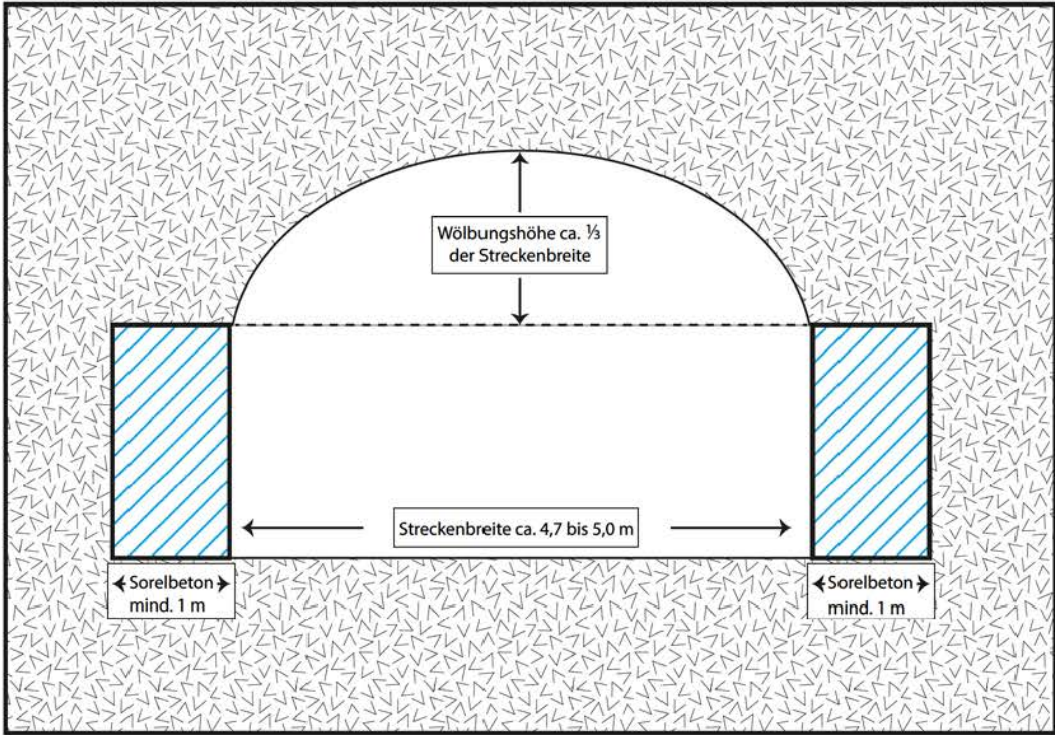



Abbildung 4.40: Querschnitt eines sanierten Wendelstreckenabschnitts mit Sorelbeton-Stabilisierungsmauern an den Stößen und einer stabilen Firstwölbung


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 123

## 4.5 Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle

Die Umsetzung der geplanten Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung der Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL) in die Schachtanlage Asse II sieht u. a. eine weitgehende Verfüllung der tieferen Grubenräume einschließlich der 725-m-Sohle und Teilen der 700-m-Sohle bis etwa 2023 vor. Dafür erfolgt sukzessive ein Rückzug auf die 700-m-Sohle, von der aus sowohl die erforderlichen Verfüllmaßnahmen als auch das Lösungsmanagement der in den tieferen Sohlen, z. B. 725- und 750-m-Sohle, anfallenden Lösungen abgewickelt werden sollen [2]. Des Weiteren ist von dort eine Verfüllung der Schächte 2 und 4 durch Abdichtungsbauwerke bis zur 700-m-Sohle geplant, im Fall eines AÜL sind Notfallmaßnahmen über die 700-m-Sohle einzuleiten.

Somit stellt die 700-m-Sohle einen wichtigen und zur Umsetzung der Vorsorge- bzw. Notfallmaßnahmen unverzichtbaren Infrastrukturbereich dar, dessen Gebrauchstauglichkeit durch ein umfangreiches Monitoring sicherzustellen ist (s. Anhang 12.1 auf Blatt 415). Für eine detailliertere Zuordnung erfolgt eine Aufteilung in die folgend aufgeführten drei Teile (s. Anhang 12.2 auf Blatt 416).

1. Zentraler Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau mit folgenden Grubenräumen von Norden nach Süden:
  - die Strecke in Richtung Carnallit-Baufeld zur Aufnahme des Lösungsmanagements
  - die Schrägstrecke in Richtung Schacht 2
  - der Wendelstreckenabschnitt im Sohlenniveau
  - der Streckenansatz nach Süden (gegenwärtiger Traforaum)
  - der westliche Teil der Richtstrecke nach Osten (Vahlberger Strecke) von den westlichen Wettertoren bis zum Wettertor östlich der Bunkerstrecken
  - der Querschlag zum Schacht 2
  - die Standorte der Baustoffanlagen 20BA und 50BA (MAT-Behälter-Abfüllstation)
  - Bunkerstrecken
2. Östlicher Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau und Verbindungsstrecke
  - Östlicher Teil der Vahlberger Strecke mit nördlich abgehenden Nischen zur Aufnahme des Traforaums
  - Querschlag in Richtung zum Gesenk östlich von Kaliabbau 12-Ost
  - Östliche Verlängerung der Vahlberger Strecke in Richtung Asse 3 ("Dammjoch")
  - Querschlag zum Blindschacht 3
  - Verbindungsstrecke der Vahlberger Strecke zur Richtstrecke nach Osten im Firstniveau
3. Firstniveau der 700-m-Sohle und Wendelstrecke (bis zur Einbindung ins Sohlenniveau)
  - Richtstrecke nach Osten
  - Strecke nach Norden (gegenwärtig Werkstatt und Zugang zu den Zyklonen)

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 124
-------------------------------------------------	------------

## Zentraler Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau

### Situationsbeschreibung

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*

Die Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) der 700-m-Sohle wurde 1911 als Erkundungsstrecke und Verbindungsstrecke zum damals im Bau befindlichen Schacht Asse 3 aufgefahen (s. Anhang 12.1 auf Blatt 415).

Die Wendelstrecke wurde Anfang der 1970er Jahre beginnend von der 750-m-Sohle aufwärts aufgefahen und erreichte Mitte 1974 das Niveau der 700-m-Sohle. Der Streckenansatz nach Süden (Trafostation) wurde 2004 aufgefahen, die Auffahrung für den Standort der Baustoffanlage erfolgte 2005.

Von der Vahlberger Strecke geht auf Höhe des Standorts der Baustoffanlage 20BA unmittelbar ein 2004 und 2015 nachgeschnittener Wetterquerschlag zum Schacht 2 nach Nordosten ab. Dieser schließt, mit einem Gleitbogenausbaue und einer Sorelbetonhinterfüllung versehen, an Schacht 2 an. Die östlich anschließende Wetterstrecke ist abgemauert. Nordöstlich der 20BA gehen noch diverse Bunkerstrecken und Streckenansätze ab.

Nördlich des Kreuzungspunkts der Wendelstrecke (Sohlenniveau der 700-m-Sohle) mit der Vahlberger Strecke geht von einer zum Schacht 4 verlaufenden Strecke eine 2005 aufgefahene Schrägstrecke ins Firstniveau nach Osten ab.

Westlich vom Füllort Schacht 4 wurde 2016, parallel zur versetzten Strecke in Richtung des Carnallitit-Baufelds, eine Strecke zur Aufnahme von Einrichtungen zum Management von Lösungen aus den tieferen Sohlen neu aufgefahen. Dabei wurde im Bereich der nordwestlichen Aufweitung im Endabschnitt der Neuauffahrung eine ältere, bereits versetzte Strecke aufgewältigt.


- *Geologische Situation*

Der „Zentrale Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau“ im westlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke inklusive Traforaum, der Baustoffanlagen 20BA und 50BA, der nördlich davon abgehenden Strecken sowie Abbau 6/725 wurde vollständig in Schichten der Staßfurt-Folge aufgefahen (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). Überwiegend sind hier Nordwest-Südost streichend Polyhalitbänkchensalz (Na<sub>2</sub>P), kieseritisches Übergangssalz (Na<sub>2</sub>K) und Speisesalz (Na<sub>2</sub>S) aufgeschlossen. Im Süden der Baustoffanlagen, im weiteren östlichen Verlauf der Vahlberger Strecke sowie an den nördlich gelegenen Strecken, erfolgt zunehmend ein Übergang in den Carnallitit (K<sub>2</sub>C).

- *Gebirgsmechanische Situation*

Für den Bereich der Baustoffanlagen 20BA und 50BA sowie die Vahlberger Strecke ergibt sich eine Lage im stark beanspruchten Sattelkern oberhalb des Baufeldes im älteren Steinsalz (Na<sub>2</sub>) (s. Anhang 12.1 auf Blatt 415). Insbesondere im Umfeld der Baustoffanlagen liegt ein hoher Durchbauungsgrad vor, hier kommt es zur Ausbildung vielfältiger Risse. Der Standort der Baustoffanlagen im Sohlenniveau der 700-m-Sohle wird von der Strecke zwischen Abbau 6/725 (Na<sub>2</sub>) und dem Hauptgesenk II östl. unterfahren, wobei sich hier eine Schwebenmächtigkeit von etwa 20 m ergibt.

Eine Schwebenmächtigkeit von etwa 5,5 m Mächtigkeit zwischen Sohlenniveau der 700- und 725-m-Sohle ergibt sich in dem Bereich, in dem die Wendelstrecke und der westliche Teil der Vahlberger Strecke den Abbau 6/725 (Na<sub>2</sub>) überfahren. Dort wurden in einem Rollloch horizontale Risse registriert, welche jedoch noch nicht bis in den Fahrbahnbereich der Wendelstrecke reichen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 125
-------------------------------------------------	------------

Des Weiteren wird die im Sohlenniveau gelegene Baustoffanlage 20BA von der Zyklonstrecke im Firstniveau der 700-m-Sohle mit einer Schwebenmächtigkeit von etwa 6 m überfahren.

Erste Stabilisierungsmaßnahmen erfolgten im November 2015 und im Dezember 2016 mit der Betonage von Nischen in der Vahlberger Strecke, zunächst zwischen den westlichen Wettertoren und dann gegenüber der Strecke zum Hauptgesenk I östlich. Anschließend erfolgte im Januar 2017 die Erstellung eines Stützbauwerks in dem als Beobachtungsbereich 1 benannten Teilstück am nördlichen Weststoß des Standorts der 20BA. Im Juli 2017 wurde die Kompressorennische am Weststoß des von der Vahlberger Strecke zum Schacht 2 abgehenden Wetterquerschlags durch ein Stützbauwerk aus Sorelbeton verfüllt (Abbildung 4.41a). Danach wurde im August 2017 zunächst der gebräuche Anschluss an die ehemalige Strecke zum Schacht 2 im östlichen Endabschnitt der Schrägstrecke durch ein Sorelbetonbauwerk verfüllt. Anschließend erfolgte im Oktober 2017 die vollständige Verfüllung der Schrägstrecke mit Sorelbeton, welche intensive Abschalungen an den Stößen aufwies (Abbildung 4.41b).




(a) Stützbauwerk in ehem. Kompressorennische am Weststoß des Wetterquerschlags, Blick nach Nordwesten, 19.03.2018



(b) Vollständig mit Sorelbeton verfüllte Schrägstrecke nördlich Vahlberger Strecke, Blick nach Osten, 15.02.2018

Abbildung 4.41: Stabilisierungsbauwerke im zentralen Bereich der 700-m-Sohle

Aufgrund von Rissen und potentiellen Lösern am Südstoß des westlichen, zwischen den Wettertoren gelegenen Abschnitts der Vahlberger Strecke wurde im September 2017 das westliche Wettertor rückgebaut und der Südstoß mit einer Ankerreihe gesichert. Im November 2017 wurde zur weiteren Sanierung dieses Bereichs ein Konturnachschnitt an Firste und Nordstoß durchgeführt. Darüber hinaus ist ein Konturnachschnitt am Südstoß erfolgt (Abbildung 4.42a). Die Nische am Südstoß mit dem alten Traforaum wurde geräumt und wird zur geplanten Verfüllung mit Sorelbeton vorbereitet (Abbildung 4.42b).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 126



(a) Nachschnittarbeiten am Südstoß der Vahlberger Strecke und in dem alten Traforaum, Blick nach Osten



(b) Vorbereitung des geräumten ehemaligen Traforaums zur Verfüllung, Blick nach Süden

Abbildung 4.42: Sanierung des westlichen Abschnitts der Vahlberger Strecke, 19.03.2018

Zuletzt erfolgte im März 2018 die Stabilisierung des südöstlichen Stoßes des Standorts der 20BA durch ein firstbündiges Sorelbetonstützbauwerk (Abbildung 4.43a). Diese schließt östlich der intensiven Vertikalrisse des Beobachtungsbereichs 5 ab (Abbildung 4.44), wobei die Risse nur im oberen Bereich knapp eingebunden werden (Abbildung 4.43b). Die sich in der östlichen Ecke des Südstoßes befindliche Fluchtbohrung zur Richtstrecke nach Osten im Firstniveau wurde in das Stützbauwerk mit eingeschlossen und vollständig verfüllt. Der westlich dieses Stützbauwerks anschließende Stoß, oberhalb der dort stehenden Schaltschränke, wird mit Ankern und Maschendrahtverzug gesichert.



(a) Erstellung des Stützbauwerks am südöstlichen Stoß der 20BA, bei Aufnahme ca. 4,7 m hoch, Blick nach Südosten



(b) Ab einer Höhe von ca. 2 m über der Sohle schließt das Stützbauwerk die Risse des Beobachtungsbereichs 5 ein, Blick nach Nordwesten


Abbildung 4.43: Erstellung eines Stützbauwerks am südöstlichen Stoß der 20BA, 19.03.2018

### Messergebnisse

- Konvergenzmessquerschnitte [18]

Im Gleitbogenausbau des nördlich von der Vahlberger Strecke zum Schacht 2 abgehenden Wetterquerschlags ist seit Februar 2016 der Konvergenzmessquerschnitt K046 im Carnallit eingerichtet (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). Dort wurde nach anfänglichen Instrumentierungseffekten



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

für 2017 eine mittlere horizontale Konvergenzrate von 20,5 mm/a (Verformungsrate von 4,0‰/a) und eine vertikale Konvergenzrate von 17,1 mm/a (Verformungsrate von 3,6‰/a) ermittelt (s. Anhang 12.5, Bild 27 auf Blatt 419).

• *Rissüberwachung*

Im Bereich zwischen den beiden Wassertoren im westlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke sowie an fünf Lokationen im anschließenden südwestlichen Bereich der Baustoffanlage 20BA (s. Abbildung 4.44) erfolgt seit Oktober 2014 die Messung von Rissöffnungsweiten und Längenänderungen der Risse an den Stößen, welche überwiegend vertikal und nur vereinzelt horizontal verlaufen. Seit Januar 2016 werden die Risse in dem Fluchtweg zwischen den Baustoffanlagen 20BA und 50BA als siebte Lokation aufgenommen. Beobachtungsbereich 1 ist ab 2017 nach Erstellung eines Stützbauwerks nur noch stark eingeschränkt messbar. Die Messung der Öffnungsweite wird direkt am Stoß an einem definierten Messpunkt mit einer Messlehre vorgenommen. Die Längenmessung der Rissausbreitung erfolgt unter Zuhilfenahme von Markierungen zum Stand des Ableszeitpunkts.

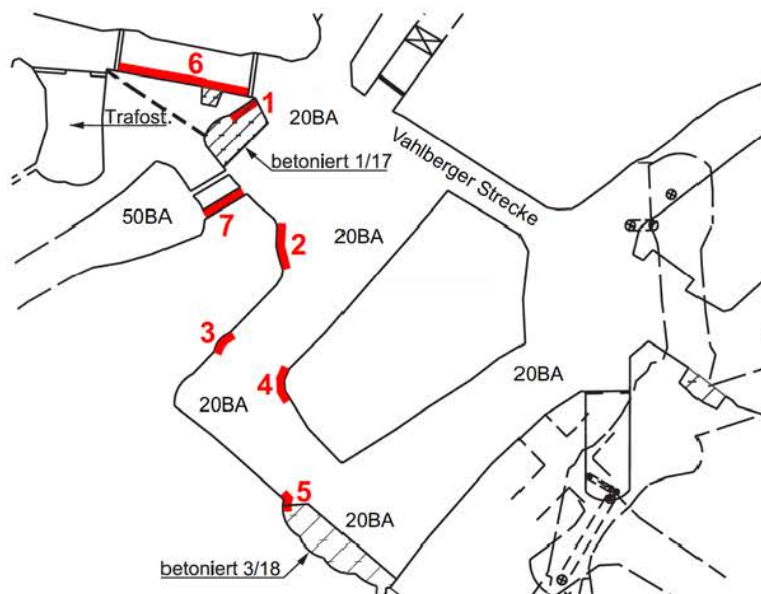



Abbildung 4.44: Lage der Beobachtungsbereiche im Umfeld der Baustoffanlage 20BA auf der 700-m-Sohle

In den sieben Beobachtungsbereichen wurden an den zuletzt im September 2017 durchgeführten Messungen überwiegend konstante bzw. marginal vergrößerte Öffnungsweiten ermittelt, nur im Beobachtungsbereich 5 fällt die Aufweitung deutlicher aus. Die maximal registrierte Rissverlängerung beträgt 21 cm im Beobachtungsbereich 3.

Vom 05.01.2017 bis 13.09.2017 wurde im Beobachtungsbereich 1 keine Veränderung der Öffnungsweite verzeichnet, die Risslängen haben sich max. um 9,5 cm verlängert. Im Beobachtungsbereich 2 beträgt die maximal registrierte Aufweitung im Zeitraum vom 29.03.2017 bis 13.09.2017 ca. 0,5 mm mit einer Aufweitungsrate von 1,1 mm/a und einer maximalen Rissverlängerung von 16 cm. Im gleichen Zeitraum wurde im Beobachtungsbereich 3 keine Veränderung der Öffnungsweite bzw. am Rissversatz verzeichnet, die Risslängen haben sich max. um 21 cm verlängert. Auch im Beobachtungsbereich 4 wurde vom 29.03.2017 bis 13.09.2017 keine Veränderung der Öffnungsweite bzw. am Rissversatz verzeichnet, die Risslängen haben sich dort max. um 3 cm verlängert. Demgegenüber hat sich in dem gleichen Zeitraum im Beobachtungsbereich 5 eine Aufweitung von ca. 2,5 mm mit einer Aufweitungsrate von 5,4 mm/a ergeben, welche

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 128

deutlich oberhalb der dort im Zeitraum vom 08.10.2014 bis 17.12.2015 an einem benachbarten Messpunkt ermittelten Rate von 1,7 mm/a liegt - 2016 konnten dort keine Messungen erfolgen.

Im Beobachtungsbereich 6 beträgt die im Zeitraum vom 29.03.2017 bis 12.09.2017 maximal registrierte Aufweitung ca. 2,0 mm mit einer Aufweitungsrate von 1,6 mm/a und einer maximalen Rissverlängerung von 12 cm. Im Zeitraum vom 06.01.2017 bis 12.09.2017 wurde im Beobachtungsbereich 7 eine maximale Aufweitung der Öffnungsweite von ca. 1,0 mm mit einer Aufweitungsrate von 1,5 mm/a verzeichnet, die Risslängen haben sich nicht vergrößert.

Anfang Februar 2016 wurden an drei Rissen die Fissurometer 043F bis 045F eingerichtet (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Das Fissurometer 043F befand sich westlich einer Nische am Südstoß des Streckenbereichs zwischen den Wettertoren T4 und T5 an der Vahlberger Strecke. Im Zeitraum vom 03.02.2016 bis 24.01.2017 beträgt die Gesamtverschiebungsrate 0,5 mm/a, was ungefähr der Rissöffnungsweitenentwicklung entspricht. Nach dem 24.01.2017 liegen bis zum 17.05.2017 insgesamt eher stagnierende Verschiebungswerte vor. Im darauf folgenden Zeitraum bis zum 06.03.2018 hat sich die Gesamtverschiebungsrate geringfügig auf 0,6 mm/a erhöht, die Verschiebungsrate der Öffnungsweite liegt bei 0,5 mm/a und die der Scherung bei 0,2 mm/a. Der Höhenversatz ist zu vernachlässigen (s. Anhang 12.6 auf Blatt 422). Im Rahmen der im März 2018 durchgeführten Nachschneidearbeiten ist das Fissurometer 043F entfallen (Abbildung 4.42a auf Blatt 126).

Südlich der Wettertore T4 und T5 wurde am Weststoß des Beobachtungsbereichs 1 das Fissurometer 044F eingerichtet, welches Anfang 2017 aufgrund der Erstellung eines Stabilisierungsbauwerks aus Sorelbeton entfernt wurde.


An der nordwestlichen Ecke des Großpfeilers bei der 20BA wurde das Fissurometer 045F am Stoß instrumentiert. Im Zeitraum vom 03.02.2016 bis 07.02.2017 ist eine Gesamtverschiebungsrate von 1,9 mm/a ermittelt worden, was etwa dem Verschiebungswert der Scherung entspricht (s. Anhang 12.6 auf Blatt 423). Im gleichen Zeitraum liegen die Verschiebungsrate der Öffnungsweite bei 0,8 mm/a. Vom 07.02.2017 bis zum 06.03.2018 liegt die Gesamtverschiebungsrate mit 1,8 mm/a nur geringfügig unter dem Vorwert, ebenso die Verschiebungsrate der Öffnungsweite mit 0,7 mm/a. Der Höhenversatz ist bislang zu vernachlässigen.

- *Georadarmessungen*

Im Beobachtungsbereich 5 am Südstoß der Baustoffanlage 20BA sind intensive vertikale Risse ausgebildet, welche die Ausbildung von Lösern am Stoß, unmittelbar im Bereich der Stellfläche von den Schaltschränken für die Baustoffanlage, besorgen lassen. Zur Untersuchung der Rissfläche erfolgten im März 2018 Georadaruntersuchungen an horizontalen und vertikalen Messprofilen in einem etwa 4 m breiten Bereich zwischen den an einer Kante am Südstoß ausgebildeten Rissen und der weiter westlich vorhandenen Systemankerung.

Dabei wurde festgestellt, dass die Tiefe der gefundenen Reflexionen nach Westen hin zunimmt, wobei der maximal gemessene Konturabstand der Rissstruktur auf etwa 1,8 m abgeschätzt wurde. Die Rissfläche fällt mit etwa 75° nach Norden ein. Anzeichen, die auf einen weiteren parallelen Verlauf der Rissstruktur in Richtung Firste hindeuten, wurden nicht gefunden.

Bei 2014 durchgeführten Georadaruntersuchungen waren im Zugangsbereich der Vahlberger Strecke keine Hinweise auf Riss- oder Ablösungsstrukturen in der Firste erkennbar. Auch im Zuge der Untersuchung eines Georadarprofils am Südstoß der Schrägstrecke gefundene Reflektoren, wurden nicht auf tatsächliche Rissstrukturen zurückgeführt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 129

- **Sohlenkontrollbohrungen**

Im Bereich der Wendelstrecke (Sohlenniveau) der 700-m-Sohle überfährt diese den unterlagerten Abbau 6 (Na2) der 725-m-Sohle. Dort sind in einem ehemals als Fluchtfahrung genutzten Rolloch intensive horizontale Rissbildungen in der ca. 5,5 m mächtigen Schweben sowie eine deutliche Auflockerung der Sohle unterhalb der Auflagekonstruktion ausgebildet. Zur Erkundung wurden dort 2015 die drei geneigten Sohlkontrollbohrungen SKBrg.700-09 bis SKBrg.700-11 gestoßen (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Bei der letzten Kamerabefahrung im März 2017 wurde bestätigt, dass sich die im Rolloch ausgebildeten Risse weiterhin nicht bis in die Schweben unterhalb der Wendelstrecke nachverfolgen lassen und auch keine weiteren relevanten Auflockerungen erkennbar sind. Bei der letzten Befahrung vom 13.03.2017 hat sich der Laugenpegel in SKBrg.700-09 auf etwa 5,8 m abgesenkt. Nachfolgend zeigen sich alle drei Bohrungen zunehmend mit Salzgrus verunreinigt.

### **Bewertung der Messergebnisse**

Im zentralen Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau zeigen sich insgesamt erhebliche visuell erkennbare Schädigungen der Konturbereiche. Die im westlichen Bereich der Vahlberger Strecke, im Umfeld der Baustoffanlage 20BA, ausgebildeten Risse und Abschalungen wurden im Oktober 2015 bei Nachschnittarbeiten überwiegend entfernt. Weiterhin erfolgte im westlichen Zugangsbereich der Vahlberger Strecke, zwischen der Wendelstrecke und dem östlichen Wettertor (T4), im September und November 2017 der Einbau von Ankern am Südstoß sowie ein partieller Konturnachschnitt an Firste und Nordstoß. Im Vorfeld letzterer Maßnahmen wurde das westliche Wettertor rückgebaut, da dort der Südstoß stark geschädigt war. Nachfolgend erfolgte im März 2018 eine weitere Stabilisierung dieses Streckenabschnitts durch den Nachschnitt des Südstoßes und die Vorbereitung des alten Traforaums zur Verfüllung.


Der Beobachtungsbereich 1 wurde Anfang 2017 durch die Erstellung eines firstbündigen Stabilisierungsbauwerks aus Sorelbeton vollständig verfüllt, welches jedoch keinen nachhaltigen Einfluss auf die Verschiebungswerte am Fissurometer 043F zwischen den Wettertoren zeigt.

Die zunehmende Ausweitung der Vertikalrisse im Beobachtungsbereich 5 lässt die Ausbildung eines Löser am Stoß im Bereich der Stellfläche von den Schaltschränken für die Baustoffanlage 20BA besorgen, zumal die Risse nicht vollständig durch das neue, östlich anschließende Stützbauwerk eingefasst werden konnten. An der potentiellen Löserfläche durchgeführte Georadaruntersuchungen zeigen, dass die dort durchgeführte Ankerung zur temporären Sicherung sinnvoll ist.

Die für die Verformungsraten der im Bereich des Sattelkerns gelegenen Messstrecke K046 für 2017 ermittelten Werte [18] sind die höchsten, die in den Streckensystemen im Sattelkern registriert werden. Dies korreliert auch mit den an der Firste und den Stößen unmittelbar südlich des Gleitbogenausbaus sowie am Pfeiler im Übergang zur Vahlberger Strecke ausgebildeten Entfestigungserscheinungen.

Insbesondere an den süd-südwestlich anschließenden Standorten der Baustoffanlagen 20BA und 50BA werden weiterhin Risse und Abschalungen am Hauptpfeiler und an den Stößen registriert. Die wachsende Anzahl und die zunehmende Länge der Risse weisen auf eine fortschreitende Entfestigung innerhalb des Standorts hin. Ebenso belegen die an den Fissurometern 043F und 045F registrierten Verschiebungswerte eine relativ konstant fortlaufende Entfestigung. Weitere deutliche Schädigungen finden sich an den Stößen und den Übergängen Stoß/Firste der von der Wendelstrecke zum Füllort Schacht 4 nach Norden verlaufenden Strecke.

Die im Randbereich der Wendelstrecke im Sohlenniveau oberhalb von Abbau 6/725 (Na2) vorliegenden Schädigungen lassen weiterhin eine zukünftige Ausweitung der im ehemaligen Rolloch vorgefundenen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 130
-------------------------------------------------	------------

horizontalen Risse in den Fahrbahnbereich bzw. eine fortschreitende Entfestigung der zwischen Abbau und Wendelstrecke liegenden Schweben besorgen.

## Östlicher Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau und Verbindungsstrecke

### Situationsbeschreibung

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*

Die 1911 aufgefahrenen Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) beginnt im Sohlenniveau der 700-m-Sohle südlich des Schachtes Asse 2 und verläuft von dort auf einer Länge von ca. 375 m nach Osten (s. Anhang 12.1 auf Blatt 415). Im östlichen Abschnitt wurde im Mai 2014 eine Aufweitung der Strecke für die Baustoffanlage 40BA eingerichtet. Des Weiteren wurden dort im Juli 2017 am Nordstoß zwei mit einem schmalen Durchhieb verbundene Nischen als neuer, vergrößerter Standort des Traforaums aufgefahren (Abbildung 4.45a). Östlich anschließend folgen, von der Vahlberger Strecke nach Süden abgehend, die Verbindungsstrecke zum Firstniveau und der 1927 erstellte Querschlag zum Blindschacht 3. Im Jahr 1912 wurde weiter östlich ein Querschlag in nordöstlicher Richtung aufgefahren. Von dieser Lokation am östlichen Rand des Carnallitbaufeldes wurde 1916 ein Gesenk östlich von Kaliabbau 12-Ost bzw. westlich von ELK1/750 aufgefahren.

Die ursprünglich geplante östliche Verbindung zum Schacht Asse 3 wurde seinerzeit nicht fertiggestellt [72]. Die Strecke endet hier ca. 30 m hinter dem sogenannten Dammjoch, welches 1914 aus 40 Tübbingelementen erstellt und im September 2014 mit Sorelbeton verfüllt wurde. Danach wurde im unmittelbar vorlagernden Streckenteil ein Bohrort für horizontale Erkundungsbohrungen in östlicher Richtung eingerichtet (Abbildung 4.45b).



(a) Einrichtung der neuen Trafonischen am Nordstoß im östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke, Blick nach Osten




(b) Verfüllter Querschlag zum Gesenk östl. Kaliabbau 12-Ost und Bohrort vor verfülltem Dammjoch, Blick nach Osten

Abbildung 4.45: Maßnahmen im östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke, Stand 19.03.2018

In Folge des Erbohrens von Lösung wurde im Jahre 1912 ein Bohrlochsicherheitspfeiler um die Bohrung 23/700 verfügt. Das ehemalige Bohrort befindet sich in einer Nische ca. 20 m westlich des Dammjoches (Anhang 12.2 auf Blatt 416) [72].

Die Verbindungsstrecke vom Sohlen- zum Firstniveau ist von März bis April 2014 erstellt worden.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 131

- *Geologische Situation*

Der östliche Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) wurde bis auf eine Einschaltung von Polyhalitbänkchensalz (Na<sub>2</sub>P) nahezu vollständig im Carnallit (K<sub>2</sub>C) der Staßfurt-Folge aufgefahren (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Die Verbindungsstrecke zwischen First- und Sohlenniveau steht ebenfalls im Kaliflöz der Staßfurt-Folge (K<sub>2</sub>C) an. Auch hier zeigt sich im Bereich der mittigen Umbiegung am Nordstoß ein kleinräumiger Anschnitt des Na<sub>2</sub>P [73].

Im östlichen Verlauf der Vahlberger Strecke, zum Dammjoch hin, erfolgt ein Übergang vom K<sub>2</sub>C hin zum Na<sub>3</sub>-Steinsalz der Leineserie (Na<sub>3</sub>β), welches auch als Trennfläche am westlichen Zugangsbereich zum Gesenk östlich des Kaliabbaus 12-Ost sowie im Querschlag zum Blindschacht 3 aufgeschlossen ist.

- *Gebirgsmechanische Situation*

Für den Bereich der Vahlberger Strecke ergibt sich eine Lage im stark beanspruchten Sattelkern oberhalb des Abbaufelds im älteren Steinsalz (Na<sub>2</sub>).

Lediglich der Querschlag zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost verläuft mit einer Schwebenmächtigkeit von etwa 20 m oberhalb des Kaliabbaus 12-Ost. Dieser Querschlag wurde nachgeschnitten und im Juni 2017 durch die Erstellung einer Strömungsbarriere mit vorgesetztem Widerlager vollständig mit Sorelbeton verfüllt (Abbildung 4.45b).


Der nachprofilierter Bereich der neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke weist eine ausreichende Firstwölbung auf.

## **Messergebnisse**

- *Konvergenzmessquerschnitte [18]*

Im mittleren Bereich der Vahlberger Strecke sind seit Juli 2014 die Konvergenzmessquerschnitte K038 und K039 eingerichtet, wobei die Messstelle K038 im Zuge der Auffahrung der Trafonische abgeworfen wurde (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). Die horizontalen und vertikalen Verformungsraten von K039 bewegen sich zum Januar 2018 mit Verformungsraten zwischen 0,8 bis 0,9 mm/a weiterhin auf dem Niveau der bislang dort ermittelten Werte (s. Anhang 12.5, Bild 28 auf Blatt 419). Weiter östlich wurden seit 2004 in dem nach Süden abgehenden Querschlag zum Blindschacht 3 der Messquerschnitt K18 und in der nördlich zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost abgehenden Strecke der Messquerschnitt K19 eingerichtet. Letzterer zeigte bis Anfang 2017 relativ hohe Verformungsraten, ist aber durch die Verfüllung der Strecke entfallen (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). In den Messstrecken von K18 wurden bei der letzten Messung, vor Abwurf des alten Messquerschnitts, im Juli 2014 zuletzt Verformungsraten von horizontal ca. 2,1 ‰/a und vertikal ca. 2,4 ‰/a registriert (s. Anhang 12.5, Bild 29 auf Blatt 420). Nach erfolgter Neuinstrumentierung im Oktober 2016 wurden dort im Januar 2017 geringfügig höhere Verformungsraten von horizontal ca. 2,4 ‰/a und vertikal ca. 3,0 ‰/a ermittelt. Bei einem zwischenzeitigen Anstieg der Verformungsraten im August 2017 auf horizontal ca. 3,2 ‰/a und vertikal ca. 4,1 ‰/a bewegen sich die Werte auf einem deutlich höheren Niveau, ähnlich der vertikalen Messstrecke K19V. Im Februar 2018 liegen die Werte mit horizontal ca. 2,3 ‰/a und vertikal ca. 2,8 ‰/a jedoch geringfügig unterhalb des Vorjahreswerts.

Ebenfalls seit Juli 2014 sind in der neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke zwischen den Richtstrecken die Konvergenzmessquerschnitte K040 und K041 eingerichtet worden (s. Anhang 12.3

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 132
-------------------------------------------------	------------

auf Blatt 417). Die Konvergenzraten bewegten sich am 08.01.2017 geringfügig unterhalb des Vorjahresniveaus in einem Bereich zwischen etwa 0,1 mm/a und 0,5 mm/a (s. Anhang 12.5, Bild 30 auf Blatt 420).

- *Minimalspannungsmessungen und Permeabilitätsmessungen*

Im Bereich des Querschlags zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost sowie im Umfeld des Dammjochs wurden diverse Erkundungsbohrungen mit anschließender Durchführung von Permeabilitäts- und Minimalspannungsmessungen erstellt [74].

Erwartungsgemäß zeigt sich bei den Erkundungsbohrungen in den augenscheinlich aufgelockerten Stößen eine Korrelation von Zunahme der minimalen Hauptspannungen und Abnahme der Permeabilitäten je größer der Abstand zur Stoßkontur wird. Die Untersuchungen an den Erkundungsbohrungen im Sohlenbereich belegen eine deutliche Zunahme der Auflockerungen bei Annäherung an das Carnallitbaufeld.

In den westlich unmittelbar oberhalb des Carnallitbaufelds im Kalisalz verlaufenden Bohrungen, ergeben sich nur minimale Hauptspannungen zwischen 3 bis 5 MPa, welche signifikant unterhalb der auf der 700-m-Sohle erwarteten teufenbezogenen Spannungen von etwa 15 bis 16 MPa liegen. Die östlich zwischen Querschlag und Dammjoch im standfesteren Steinsalz verlaufenden Bohrungen liegen mit 8 bis 11 MPa ebenfalls eindeutig unter den erwarteten Werten.

Mitte 2016 erfolgten im Carnallit Untersuchungen zur Standorterkundung eines potentiellen Bohrorts für Bohrungen zur Faktenerhebung an der ELK 12/750 [75], welches unmittelbar nordwestlich der Abzweigung des Querschlags in Richtung des Gesenks östlich Kaliabbau 12-Ost angedacht war. Die Bohrungen wurden in zwei Lokationen an der Vahlberger Strecke gestoßen, in einer Aufweitung westlich der Verbindungsstrecke zur Richtstrecke im Firstniveau und im Einmündungsbereich des Querschlags in Richtung des Gesenks östlich Kaliabbau 12-Ost. In den acht Erkundungsbohrungen wurden Kamerabefahrungen, Permeabilitätsmessungen und Minimalspannungssondierungen zur Untersuchung der Gebirgsbeschaffenheit im geplanten Auffahrungsort sowie zur Prüfung der Schwebenintegrität zwischen der Vahlberger Strecke und dem Carnallitbaufeld bzw. den Strecken der B-Sohle durchgeführt.


Die Untersuchungen der Gebirgsbeschaffenheit am angedachten Bohrort weisen auf deutlich geschädigte Bereiche (Scherzonen) hin, die dort großräumig um das Carnallitbaufeld im Bereich der geplanten Auffahrung verlaufen. Bei den Untersuchungen der Bohrungen zum Nachweis der Schwebenintegrität zwischen Vahlberger Strecke und dem Streckensystem der B-Sohle wurden jeweils mehrere Meter mächtige integere Bereiche nachgewiesen. Für die Schwebenintegrität zwischen Vahlberger Strecke und dem Carnallitbaufeld zeigen sich nur in der östlichen Bohrung integere Bereiche, in der westlichen Lokation sind deutlich beanspruchte Abschnitte erkennbar. Anhand der Untersuchungen wird insgesamt von der Auffahrung eines Bohrorts in diesem Bereich abgeraten.

- *Erkundungsbohrung zur Radonbohrung 2*

Der Abstand der Verbindungsstrecke zur betrieblichen Bohrung 473 (Radonbohrung 2) von 4,3 m wurde durch die Erkundungsbohrung SBS-750-30.1 ermittelt (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

### **Bewertung der Messergebnisse**

Im östlichen Teil der 700-m-Sohle (Sohlenniveau) weisen die Stöße der Vahlberger Strecke teilweise Abschalungen auf, welche nach Osten hin zunehmen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 133
-------------------------------------------------	------------

Der von der Vahlberger Strecke abgehende Querschlag zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost wies zuletzt erhebliche Schädigungen auf und auch die dortigen Konvergenzmessstrecken belegten mit hohen Verformungsraten eine fortgesetzte Entfestigung.

Dies korreliert mit den Ergebnissen der geotechnischen Messungen des Instituts für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), welche im o. a. Querschlag und Gesenk sowie in dem geplanten Auffahrungsbereich oberhalb des Carnallitbaufelds signifikante Auflockerung belegen.

Daher wurde die Strecke im Juni 2017 im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen nach aufwändigen Nachschnitarbeiten durch eine Strömungsbarriere mit vorgesetztem Widerlager verfüllt.

In der 2014 neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke zwischen den Richtstrecken nach Osten vom Sohlen- zum Firstniveau liegen bislang keine signifikanten Entfestigungen vor und die Verformungsraten an den Konvergenzmessstrecken liegen weiterhin auf niedrigem Niveau. Der günstig konturierte Streckenquerschnitt der Verbindungsstrecke unterstützt die geplante langfristige Offenhaltung.

## **Firstniveau der 700-m-Sohle und Wendelstrecke (bis zur Einbindung ins Sohlenniveau)**

### ***Situationsbeschreibung***

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*


Die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau wurde 1994 als Abbaubegleitstrecke zur Verfüllung der Abbaue 11/700 bis 18/700 der Südflanke mit einem Querschnitt von ca. 17,5 m<sup>2</sup> aufgefahren und verläuft nördlich der Abbaue der Südflanke im Firstniveau der 700-m-Sohle (s. Anhang 12.1 auf Blatt 415). Aus der Strecke wurden Zugänge zu den Abbauen 10/700 bis 18/700 sowie eine auf Höhe Abbau 12/700 nach Norden zu den Zyklonen abgehende Strecke aufgefahren. Die im weiteren Verlauf vom Nordstoß zur Baustoffanlage 20BA abgehende Fluchtbohrung wurde im Zuge der Erstellung eines Stützbauwerks mit Sorelbeton verfüllt. Weiter westlich trifft die Richtstrecke nach Osten (Firstniveau), im Bereich des Querschlags zu den Abbauen 9 und 10, auf die Wendelstrecke. In den Jahren 1988 – 1996 wurden die Abbaue 10-12/700 mit Eigensalz (durchschnittliche Einbaudichte: 1,46 g/cm<sup>3</sup>) und die Abbaue 13-18/700 mit Ronnenbergsalz (durchschnittliche Einbaudichte: 1,27 g/cm<sup>3</sup>) versetzt [76].

In den Jahren 1996 bis 1997 wurde die Richtstrecke im Firstniveau auf einer Länge von ca. 190 m – von Abbau 13/700 bis Abbau 18/700 – mit einem Gemisch von Eigensalz und Fremdsalz (Ronnenbergversatz) verfüllt und im Zuge der Firstspaltverfüllung in der Südflanke (06/2009–05/2012) auf einer Länge von ca. 170 m wieder aufgewältigt [72]. Im Westen mündet die Richtstrecke nach Osten (Firstniveau) in die Wendelstrecke ein, dort wurde die Baustoffanlage 30BA eingerichtet. Von hier geht auch eine Strecke zum Abbau 12/700 ab, welche jetzt als Standort des Mediencontainers fungiert.

Abwärts an der nach Norden umschwenkenden Wendelstrecke geht nordöstlich der Zugang zum 2006 aufgefahrenen Standort der Baustoffanlage 50BA ab, welche über einen Fluchtweg mit der 20BA verbunden ist (Pfeilerdurchgang). In Richtung zur 679-m-Sohle geht vom Südstoß der Wendelstrecke der Querschlag zu dem zuletzt von der 700-m-Sohle aus geraubten und verfüllten Blindschacht 2 ab.

- *Geologische Situation*

Sowohl die Vahlberger Strecke, als auch die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau, wurden überwiegend im Kaliflöz der Staßfurt-Folge (K2C) aufgefahren, das Einfallen der Schichten variiert zwischen 68 bis 80° nach SW bzw. 80° nach NE (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). Das Kaliflöz in

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 134

den beiden Richtstrecken unterscheidet sich dadurch, dass es in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau augenscheinlich brüchiger als im Sohlenniveau ist.

Die südlich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau gelegenen Abbaue 11/700 bis 18/700 wurden im Steinsalz der Leineserie (Na $\beta$ ) aufgefahren, die nördlich zu den Zyklonen abgehende Strecke durchläuft mehrfach Wechselfolgen von ins Kalisalz eingeschalteten Na $2$ K- und Na $2$ P-Lagen.

Die Wendelstrecke quert im betrachteten Bereich von Süden nach Norden sämtliche Schichten der Staßfurt-Folge, beginnend im Firstniveau mit K $2$ C bis zur Na $2$ K-, Na $2$ P- und Na $2$ S-Abfolge im Sohlenniveau auf Höhe der Vahlberger Strecke.

- *Gebirgsmechanische Situation*

Die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau sowie die Abbaue auf der 700-m-Sohle sind dem Baufeld an der Südflanke zuzuordnen. Im Vergleich zu den anderen Sohlen unterscheiden sich die Abbaue auf der 700-m-Sohle dadurch, dass diese in Streichrichtung nur die halbe Größe aufweisen und somit eine doppelte Anzahl an querschlägigen Pfeilern vorhanden ist. Insbesondere im Bereich der Abbaue 11 bis 14 weisen die Stöße intensive Abschalungen auf (Abbildung 4.46a).



(a) Intensive Abschalungen im Bereich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau auf Höhe der Abbaue 12-13, Blick nach Osten, 19.03.2018



(b) Entfestigter Südstoß der Wendelstrecke westlich des Querschlags zum Blindschacht 2, Blick nach Südosten, 19.03.2018

Abbildung 4.46: Entfestigte Bereiche in der Richtstrecke nach Osten und der Wendelstrecke im Firstniveau der 700-m-Sohle


Im Firstniveau der 700-m-Sohle befindet sich die Wendelstrecke noch im Bereich der Südflanke, führt dann aber nordwärts in das Baufeld im Sattelkern (Na $2$ ). Im Berichtszeitraum wurden in diesem Monitoringabschnitt nur sehr kleinräumige Verfüllmaßnahmen durchgeführt. So wurde die Fluchtbohrung zur Baustoffanlage 20BA mit Sorelbeton verfüllt und ein Verschlussbauwerk vor Abbau 11/700 errichtet. Insbesondere der Südstoß der Wendelstrecke im Bereich vom Standort der 30BA in Richtung zur 679-m-Sohle, bis auf Höhe von Abbau 8/700, zeigt sich stark entfestigt (Abbildung 4.46b).

## Messergebnisse

- *Konvergenzmessquerschnitte [15]*

In der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau der 700-m-Sohle existieren vier Konvergenzmessquerschnitte, einer in westlicher Verlängerung zwischen den Abbauen 9/10 (K018) sowie jeweils



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 135
-------------------------------------------------	------------

in den Pfeilern 12/13 (K028, Pfeilerreihe 6/7), 14/15 (K029, Pfeilerreihe 7/8) und 16/17 (K030, Pfeilerreihe 8/9) (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Die an den vier Messstellen in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau ermittelten horizontalen Verformungsraten bewegen sich seit November 2014 weiterhin in einer Bandbreite zwischen ca. 0,7 bis 1,7‰/a. In vertikaler Richtung liegen die Verformungsraten der Messstellen am Abbau 9/10, im Pfeiler 14/15 und im Pfeiler 16/17 im Januar 2018 bei 1,9 bis 2,8‰/a, was ungefähr dem Vorjahresniveau entspricht (s. Anhang 12.5, Bild 31 auf Blatt 421). Im Bereich Pfeiler 12/13 wird zum gleichen Zeitpunkt eine deutlich höhere vertikale Verformungsrate von 4,3‰/a ermittelt, welche dem Vorjahreswert entspricht.

Auf der 700-m-Sohle werden seit November 2014 die höchsten Verformungsraten in den Strecken im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II von durchschnittlich knapp unter 5‰/a ermittelt (s. Anhang 12.5, Bild 31 auf Blatt 421). Die ermittelten Verschiebungsvektoren im betrachteten Streckenabschnitt zeigen in Richtung der Abbaue im Baufeld an der Südflanke [77].

- *Extensometer*

In den Pfeilern 8/9 (Pfeilerreihe 4/5, Extensometer 700005), 11/12 (Abbaureihe 6, Extensometer 700003) und 12/13 (Pfeilerreihe 6/7, Extensometer 700004) ist je ein querschlägiges 4- bzw. 5-fach Extensometer eingebaut (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Die am 14.02.2018 an den östlichen Messstellen auf der 700-m-Sohle ermittelten querschlägigen Pfeilerstauchungsraten liegen für das Extensometer 700003 mit 37,3 mm/a und für das Extensometer 700004 mit 35,2 mm/a oberhalb der am 14.02.2017 ermittelten Werte. Für das Extensometer 700005 mit 14,9 mm/a liegen die Raten leicht unterhalb der am 14.02.2017 ermittelten Werte. Die Pfeilerstauchungsraten in den Pfeilerreihen 11/12 und 12/13 liegen weiterhin deutlich oberhalb der Raten, die im Hauptpfeiler der westlich davon gelegenen Pfeilerreihe 4/5 im gleichen Zeitraum ermittelt wurden.

- *Inklinometer*


Im Pfeiler 12/13 auf der 700-m-Sohle befindet sich die Bohrung 700005 für Inklinometermessungen, welche mit einer Temperatur-/Feuchtemesskette bestückt ist (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417).

Das Bohrloch (700005) neigt sich im Bezugszeitraum 1997 bis 2016 gleichmäßig bis in eine Tiefe von 24 m. Im Anschluss daran nimmt das Einfallen zu. Bei einer Tiefe von 48 m steigt die Bohrung zunächst wieder an, um dann ab 54 m bis zum Ende der Bohrung bei 60 m auf -723 mm abzufallen. Die maximale Gesamtsenkung im Bezugszeitraum wurde bei 48 m Tiefe mit -782 mm berechnet [78].

- *Temperatur-/Feuchtemesskette*

Im Pfeiler 12/13 befindet sich eine Bohrung für Inklinometermessungen (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417), welche, abgesehen vom Zeitpunkt der Inklinometermessung, mit einer Temperatur-/Feuchtemesskette bestückt ist. Hier liegen die an den einzelnen Sensoren gemessenen Luftfeuchtigkeiten am 30.01.2018 zwischen 24 bis 40 % (am 30.01.2017 zwischen 23 bis 40 %), die Temperaturen liegen zum gleichen Zeitpunkt bei etwa 34 °C, wobei die Werte etwa auf dem Vorjahresniveau liegen [39].

Eine weitere Temperatur-/Feuchtemesskette befindet sich im Pfeiler 14/15 (ÜFV 23) (s. Anhang 12.3 auf Blatt 417). Dort zeigen sich an den einzelnen Sensoren am 31.01.2018 relative Luftfeuchtwerte zwischen 33 % und 59 %. Die Temperaturen betragen zwischen 33 °C und 34 °C. Es ergeben sich keine signifikante Veränderungen der Luftfeuchte- bzw. der Temperaturwerte im Vergleich zum Vorjahr [39].

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 136

### **Bewertung der Messergebnisse**

Die Stöße der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau zeigen sich insgesamt deutlicher geschädigt, als im Sohlenniveau. Grundsätzlich weist der Carnallit hier eine vergleichsweise geringere Stabilität auf und die Streckenkontur weist deutliche Abschaltungen auf. Damit in Übereinstimmung liegen die dort ermittelten Verformungsraten, insbesondere in Pfeilerreihe 6/7, im oberen Bereich der insgesamt im Grubengebäude ermittelten Werte.

### **Fazit**

Die Monitoringergebnisse zeigen bereits eine deutlich fortschreitende Entfestigung der für die Durchführung der Vorsorgemaßnahmen unverzichtbaren Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle. Um die hierzu benötigten Standzeiten zu realisieren, ist die sukzessive Fortsetzung der Sanierungs- und Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

Vordringlich sind zunächst weitere Verfüllmaßnahmen im zentralen Sohlenniveau der 700-m-Sohle im Umfeld der Baustoffanlagen vorzusehen (s. Anhang 12.4 auf Blatt 418), da hier eine zunehmende Entfestigung die Gebrauchstauglichkeit der Anlagen gefährdet. Erste kleinräumige Verfüllmaßnahmen im südlichen Randbereich der Vahlberger Strecke wurden bis Januar 2017 durchgeführt. Bis März 2018 erfolgten die vollständige Verfüllung der Schrägstrecke sowie die Erstellung von Stabilisierungsbauwerken in der Kompressornische des Wetterquerschlags und am südöstlichen Stoß der Baustoffanlage 20BA. Da die Risse im Beobachtungsbereich 5 am südlichen Stoß, unmittelbar hinter den Schaltschränken der Baustoffanlage, nicht ausreichend durch das neue Stützbauwerk abgefangen werden, wird die Rissfläche durch Anker und Maschendrahtverzug temporär gesichert.

In Vorbereitung der geplanten Verfüllung des im Einfahrtsbereich der Vahlberger Strecke gelegenen Traforaums wurde dieser bereits in einen neu aufgefahrenen, weiter östlich in der Strecke gelegenen Standort verlegt. In diesem Rahmen erfolgte ein Konturnachschnitt der Vahlberger Strecke im Bereich des abgeworfenen Traforaums. Somit kann der geräumte Traforaum zeitnah verfüllt werden.


Ebenso ist zur Vorbereitung der Verfüllung oder Teilverfüllung des Standorts der Baustoffanlage 50BA ein neuer Standort für die Anlage auf der 490-m-Sohle aufgefahren worden.

Aufgrund der bereits registrierten Schädigungen im Randbereich der Wendelstrecke im Sohlenniveau der 700-m-Sohle, oberhalb von Abbau 6/725 (Na2), ist eine möglichst zeitnahe vollständige Verfüllung des schräg unterhalb der Fahrbahn gelegenen Abbaus zu empfehlen. Der untere Bereich des Abbaus 6/725 (Na2) wurde mit Eigensalz verfüllt, darüber wurde Versatz der Halde Ronnenberg eingebracht. Im Zuge der Sanierung soll der Ronnenbergversatz (ca. 2.000 m<sup>3</sup>) herausgefahren werden. Der entstehende Resthohlraum ist mit Sorelbeton zu verfüllen.

Damit einhergehend ist die Fahrbohrung von der Wendelstrecke auf der 700-m-Sohle in den Abbau 6/725 (Na2) abzuwerfen. So kann einem Fortschreiten der Schädigung im Bereich der Wendelstrecke entgegengewirkt werden und die Eignung als Standort für die im Rahmen der Notfallvorsorge geplanten Abdichtbauwerke erhalten werden. In Vorbereitung dieser Maßnahmen sind zunächst weitere Kontrollbohrungen von der Wendelstrecke in den unterlagernden Abbau 6/725 (Na2) vorgesehen.

Nach Abschluss der im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen mit dieser BA geplanten Betonagen sollte sukzessive die Verfüllung des Standorts der 20BA bzw. aller nicht mehr benötigten Grubenräume fortgesetzt werden.

Die im Bereich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau registrierten Verformungsraten sind vergleichsweise hoch und werden zunehmend zu weiteren Schädigungen der Konturbereiche führen. Dies

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 137

ist zu beobachten, bedarfsweise ist das Monitoring anzupassen und bei fortschreitender Entfestigung sind bzw. werden geeignete Sanierungsmaßnahmen geplant.

Nach Beendigung der Erkundungsmaßnahmen in Richtung Remlingen 15 sowie nach Erstellung des geplanten Abdichtungsbauwerks im Querschlag zum Blindschacht 3, wird ein Rückzug aus dem intensiv geschädigten östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke bis zur Verbindungsstrecke angeraten.

#### 4.6 Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle (Gleitbogenausbau)

##### Einleitung

Die durch den nördlichen Bereich der Abbaue 1 bis 4 verlaufende Gleitbogenstrecke auf der 725-m-Sohle dient der Fassung von aus dem Hangenden zutretenden Lösungen, welche nicht auf der 658-m-Sohle aufgefangen werden konnten (Anhang 15.1 auf Blatt 440). Die Gleitbogenstrecke sowie die unterlagernde Schweben zur 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle weisen insgesamt intensive Entfestigungserscheinungen auf. So sind im Bereich der Pfeiler zwischen den Abbauen in der Gleitbogenstrecke intensive Abschaltungen und Risse ausgebildet. Dort zeigen sich auch nach der Verfüllung der unterlagernden 2. südlichen Richtstrecke nach Westen im März 2017, insbesondere im Bereich der Firste, weiterhin zunehmende Risse bzw. die Vergrößerung bereits vorhandener Risse. Darüber hinaus werden vor allem an den Gleitbogenausbauten in den Abbauen 3 und 4 auf der 725-m-Sohle zunehmend Schädigungen durch ansteigende Verschiebungsbewegungen zwischen den Bogensegmenten registriert.

Die überwiegend nördlich der ELK 4/750 in der Schweben zur 725-m-Sohle registrierte erhöhte mikro-seismische Aktivität ist auch nach der Verfüllung der 2. südlichen Richtstrecke weiterhin gegeben.


Ein 2014 in Abbaureihe 3 auf der 725-m-Sohle registrierter starker Anstieg der Lösungsfassung auf ca. 1400 l/d fiel nach Sanierungsmaßnahmen an der Dichtungsbahn im Abbau 3/658 auf das Vorjahresniveau zurück und sank seit Ende 2015 kontinuierlich. So lagen die Durchschnittswerte der in Abbaureihe 3/725 gefassten Lösungen für 2016 bei ca. 500 L/d und für 2017 bei ca. 300 L/d. Seit dem vierten Quartal 2017 war jedoch an einer Katasterstelle im Pfeiler 2/3 bis Ende März 2018 ein kontinuierlicher Anstieg der Fassungenmengen zu verzeichnen (Abbildung 5.3 auf Blatt 170), welcher sich aktuell wieder abschwächt. Im April 2018 wurden durchschnittlich etwa 513 L/d gefasst.

Aufgrund der anhaltenden Entfestigung der Gleitbogenstrecke besteht, auch nach der Verfüllung der unterlagernden 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle, weiterhin das Erfordernis einer schnellstmöglichen Verfüllung der Gleitbogenstrecke und der im Umfeld vorliegenden Resthohlräume inklusive der ELK 4/750. Hierzu sollten vorlaufend die Fassungsstellen in der Gleitbogenstrecke saniert und möglichst in die Pfeilerbereiche gezogen werden. Dabei sind die Fassungsstellen so herzurichten, dass nach der Verfüllung der Gleitbogenstrecke - vergleichbar mit der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen / 750-m-Sohle - eine Bewirtschaftung anfallender Lösungen im erforderlichen Umfang von der Wendelstrecke auf der 679-m-Sohle aus erfolgen kann.

##### Standortbeschreibung

##### *Bergbauliche Situation*

Die in der Südflanke im Jüngeren Steinsalz (Na<sub>2</sub>) gelegenen Abbaue 1 bis 9 auf der 725-m-Sohle wurden von 1924 bis 1927 aufgefahren (Anhang 15.1 auf Blatt 440). Die Abbaue 1 bis 4 und die Abbaue

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 138
-------------------------------------------------	------------

6 bis 9 wurden von 1987 bis 1992 mit Blasversatz verfüllt. Die Schwebelösung zwischen Abbau 5/725 und den Abbaueinheiten 9 und 10/700 wurde 1961-1962 hereingewonnen und es erfolgte später ein Sturzversatz mit Eigensalz. Die Firstspaltbetonage der versetzten Abbaue 1 und 2/725 erfolgte 2016, die der Abbaue 6 bis 9/725 von 2011 bis 2013. Abbau 5/725 ist bis zur 700-m-Sohle versetzt.

Um die Zutrittslösungen auffangen zu können, welche nicht auf der 658-m-Sohle gefasst wurden und vertikal durch den Versatz migrieren, wurde auf der 725-m-Sohle eine durch diese Abbaue verlaufende Strecke gestoßen. Hierzu ist zunächst von Mitte - Ende 2002 westlich von Abbau 1 ein Querschlag in südliche Richtung aufgeföhren worden. Von diesem Querschlag wurde von Anfang 2003 bis Mitte 2006 die Richtstrecke nach Westen bis etwa 10 m östlich des Blindschachts 2 im Sohlenniveau aufgeföhren, von der die Abbaue 1 bis 4 am nördlichen Rand durchföhren werden. Von dieser Richtstrecke nach Westen geht auf Höhe des Pfeilers 3/4 der Querschlag nach Norden ab, welcher im Pfeiler zwischen ELK 7/725 (Na2) und Abbau 6/725 (Na2) im Sohlenniveau endet. Dort ist der Querschlag durch eine Fluchtbohrung mit der Zufahrtsstrecke zum Abbau 6/725 (Na2) verbunden.

Aufgrund der geringen Standfestigkeit des Versatzmaterials musste die ca. 280 m lange Richtstrecke nach Westen im Bereich der Abbaue jeweils durch einen Gleitbogensausbau und den Einbau von Flachhaken-Verbundmatten gesichert werden. Hieraus leitet sich die für diese Strecke allgemein gebräuchliche Bezeichnung „Gleitbogenstrecke“ ab.

Um die von den überlagernden Sohlen durch den Versatz der Abbaue migrierenden Lösungen aufzufangen, wurde die Gleitbogenstrecke durch mit Schotter gefüllte Schräme drainiert, welche die Lösungen in Sümpfe ableiten, die zwischen den Pfeilern 1/2 und 4/5 gelegen sind (Katasterlokalitäten: P725010, P725004 und P725007). Weitere Probennahmestellen befinden sich im Bereich der Rolllöcher R1 und R2 (Katasterlokalitäten: L725005 und L725006), siehe Anhang 15.1 auf Blatt 440. Im Jahre 2012 erfolgte die Erstellung von am Südstoß der Gleitbogenstrecke in den Pfeilern 2/3 und 3/4 angesetzten Erkundungsbohrungen, in welchen Lösung aus den Sohlbereichen der verfüllten Abbaue 2 bis 4/725 gesammelt wird (Katasterstellen P725019 bis P725021).


Der im Osten der Gleitbogenstrecke im Pfeiler 4/5 gelegene Blindschacht 2 wurde bereits 2008 von der 800- bis zur 750-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt. Von Oktober 2015 bis Oktober 2017 erfolgte die Beraubung des verbliebenen unteren Schachtabchnitts vom Firstniveau der 700-m-Sohle aus. Im Januar und Februar 2018 wurde der Blindschacht 2 von der 750-m-Sohle bis ins Firstniveau der 700-m-Sohle verfüllt. Eine ehemals im westlichen Abschnitt der Gleitbogenstrecke und davon abgehend im Querschlag nach Norden verlaufende Radonlutte wurde ebenso wie im Querschlag aufgestellte Speicherbecken rückgebaut. Im Zuge der Arbeiten im Pfeiler 4/5 wurde die Katasterstelle P725007 in westlicher Richtung versetzt. Im Februar 2018 wurde dort eine parallel zum Blindschacht verlaufende Fluchtbohrung zur 700-m-Sohle erstellt (Abbildung 4.52b auf Blatt 147).

Im Hangenden der Gleitbogenstrecke, leicht nach Norden versetzt, verläuft die bis August 1987 gestoßene und Anfang der 1990er Jahre teilverfüllte Richtstrecke nach Westen im Firstniveau.

### **Geologische Situation**

Die geologische Situation im Süden der 725-m-Sohle wird durch die Evaporitgesteine der Staßfurt-(Na2) und Leine-Folge (Na3) charakterisiert (Anhang 15.2 auf Blatt 441).

Die Abbaue an der Südflanke sowie die durch diese verlaufende Gleitbogenstrecke (Richtstrecke nach Westen) auf der 725-m-Sohle befinden sich im Liniensalz (Na3 $\beta$ ) der Leine-Folge. Südlich der Abbaue steht das Staßfurthaupt Salz (Na2 $\beta$ ) an, unmittelbar nördlich der Gleitbogenstrecke erfolgt der Übergang zu den Schichten des Kaliflöz Staßfurt (K2C) (s. Anhang 15.2 auf Blatt 441).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 139
-------------------------------------------------	------------

So liegt der Einmündungsbereich des Querschlags nach Norden in die Gleitbogenstrecke noch im Liniensalz ( $\text{Na}_3\beta$ ). Wenige Meter nördlich ist die lithologische Grenze  $\text{Na}_3\beta/\text{K}_2\text{C}$  mit einem teilweise deutlichen Versatz (Trennfläche) des zu höherer Konvergenz neigenden Kaliflözes Staßfurt gegenüber dem Leine-Steinsalz ausgebildet (Anhang 15.2 auf Blatt 441). Im weiteren nördlichen Verlauf durchfährt der Querschlag gemäß Risswerk einen ins  $\text{K}_2\text{C}$  eingeschalteten schmalen Sattel mit Schichten des Kieseritischen Übergangssalzes ( $\text{Na}_2\text{K}$ ) und des Polyhalitbänkchensalzes ( $\text{Na}_2\text{P}$ ) um in einem breiteren Sattel nach Durchfahrung von  $\text{Na}_2\text{K}$  und  $\text{Na}_2\text{P}$  im Speisesalz ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) zu enden.

Das im Bereich der Gleitbogenstrecke anstehende Liniensalz ( $\text{Na}_3\beta$ ) ist, soweit erkennbar, fein- bis mittelkristallin und zeigt eine reinweiße bis hellgraue, lokal auch hellgelbe Farbe. Teilweise ist die Ausbildung geringmächtiger Sulfat-Lagen zu beobachten.

Das im Querschlag nach Norden anstehende Kaliflöz Staßfurt ( $\text{K}_2\text{C}$ ) ist im direkten Übergang zum  $\text{Na}_3$  Liniensalz zunächst in einem ca. 0,4 m starken Bereich als Kontaktbrekzie mit kräftig rotem Carnallit ausgebildet und geht danach in eine flaserige Ausbildung mit reliktscher Schichtung über, in der rosafarbene und hellgraue Carnallitlagen sowie weißer Kieserit erkennbar sind. Nördlich der  $\text{Na}_2\text{K}/\text{Na}_2\text{P}$ -Einschaltung ist das  $\text{K}_2\text{C}$  vorwiegend als ungeschichteter „Trümmern carnallit“ mit eher weißlichem bzw. blaßrosafarbenem Carnallit entwickelt [79].


Das Kieseritische Übergangssalz ( $\text{Na}_2\text{K}$ ) ist kleinräumig zusammen mit dem Polyhalitbänkchensalz ( $\text{Na}_2\text{P}$ ) aufgeschlossen, wobei teilweise eine interne Faltung vorliegt und die Ausbildungen somit nicht immer eindeutig abgrenzbar sind. Die Schichten des Kieseritischen Übergangssalzes ( $\text{Na}_2\text{K}$ ) sind dabei von eher gräulicher Farbe und weisen eine weiße kieseritische Bänderung auf. Das Polyhalitbänkchensalz ( $\text{Na}_2\text{P}$ ) ist überwiegend eher beige und zeigt cremefarbene bis hellbräunliche Polyhalitlagen. Das Speisesalz ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) ist überwiegend weiß bis farblos und grobkristallin ausgebildet, weist aber auch fein- bis mittelkristalline Bereiche auf.

### **Gebirgsmechanische Situation**

Durch die lange offene Standzeit des Grubengebäudes und der damit einhergehenden gebirgsmechanischen Einwirkungen sind diverse Schädigungen in den Pfeilern und im Konturbereich der Gleitbogenstrecke auf der 725-m-Sohle, insbesondere zwischen den Abbaureihen 2/3 und 3/4, festzustellen. Eine verstärkte Ausbildung der Schädigungen in der Gleitbogenstrecke ist im Bereich des Südstoßes sowie im Firstbereich der Pfeiler erkennbar, teilweise wurden Bereiche nachgeankert (Pfeiler 2/3) bzw. es erfolgte ein Konturnachschnitt (Pfeiler 3/4). Die Ausweitung der erkundeten Risse und auftretenden Durchfeuchtungen in der Gleitbogenstrecke der 725-m-Sohle lassen einen fortschreitenden Integritätsverlust der Pfeiler und Schweben besorgen. Des Weiteren sind dort durch geotechnische Messungen im Rahmen der Referenzstandorterkundung R4, Georadarmessungen und die registrierte mikroseismische Aktivität in der Schweben zwischen der 725- und 750-m-Sohle (Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 46) Auflockerungserscheinungen [80] belegt.

Messungen der Verschiebungen an den Profildsegmenten der einzelnen Gleitbögen zeigen überwiegend eine fortgesetzte Verschiebung mit teilweise steigenden Verschiebungsbeträgen und damit einhergehenden Verschiebungen bzw. Abrissen von Abstandshaltern. Die Verschiebungen werden neben der Kompaktion des Versatzmaterials auch zunehmend auf eine gebirgsmechanische Beanspruchung zurückgeführt.

Auch der Querschlag nach Norden wies vor dem Nachschnitt intensive Konturabschalungen auf. Ferner ist der Schichtübergang vom  $\text{Na}_3$  Liniensalz zum  $\text{K}_2\text{C}$  teils als Bewegungsfläche ausgebildet. Einzelne sich andeutende Löser im Firstbereich sowie die vorgenannte Bewegungsfläche wurden durch Anker gesichert. Im Einmündungsbereich des Querschlags nach Norden in die Gleitbogenstrecke ist der schmale östliche Pfeiler intensiv zerschert und wies die Ausbildung eines doppelkegelförmigen Bruchs

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 140
-------------------------------------------------	------------

auf. Diese Entfestigungserscheinungen wurden im Zuge des 2017 erfolgten Konturnachschnitts im Querschlag und im Pfeiler 3/4 weitgehend entfernt. Der Anschlag des Blindschachts 2 am östlichen Ende der Gleitbogenstrecke zeigte intensive Abschaltungen, welche im Zuge der Vorbereitungen zur Verfüllung des Blindschachts geraubt wurden.

## Messergebnisse

### **Beobachtung der Fissurometer und Rissmessstellen**

Seit Anfang 2012 wird die Schädigungsentwicklung im Pfeiler 3/4 an zwei Rissen im Bereich des Südstoßes der Gleitbogenstrecke, auf Höhe des abzweigenden Querschlags nach Norden, mittels der Fissurometer 010F und 011F aufgezeichnet (Anhang 15.2 auf Blatt 441).


Das westlich gelegene Fissurometer 010F zeigt seit der Instrumentierung einen relativ kontinuierlichen Verlauf der Verschiebungswerte (Anhang 15.3 auf Blatt 442). Im Zeitraum vom 10.02.2016 bis 09.02.2017 zeigt die Öffnungsweite Verschiebungswerte von 1,3 mm mit einer entsprechenden Rate von 1,3 mm/a. Im darauf folgenden Zeitraum vom 09.02.2017 bis 09.02.2018 liegen die Verschiebungswerte der Öffnungsweite mit 1,2 mm und einer Rate von 1,2 mm/a auf dem gleichen Niveau, welche auch nah an der im gesamten Instrumentierungszeitraum liegenden Rate von 1,4 mm/a liegt. Die aktuellen Gesamtverschiebungswerte von Höhenversatz und Scherung liegen mit 2,8 mm bzw. 2,7 mm am 09.02.2018 deutlich unterhalb der Werte für die Öffnungsweite und sind bislang zu vernachlässigen.

Für das weiter östlich gelegene Fissurometer 011F stellt sich ein ähnlich kontinuierlicher Verlauf der Verschiebungswerte seit der Instrumentierung dar (Anhang 15.3 auf Blatt 443). Im Zeitraum vom 10.02.2016 bis 09.02.2017 zeigt die Öffnungsweite Verschiebungswerte von 1,2 mm mit einer entsprechenden Rate von 1,2 mm/a, die Werte im darauf folgenden Zeitraum vom 09.02.2017 bis 09.02.2018 sind gleichauf. Die Rate der Öffnungsweitenverschiebung im gesamten Instrumentierungszeitraum beträgt dort 1,3 mm/a. Die Gesamtverschiebungswerte von Höhenversatz und Scherung für den 09.02.2018 liegen mit 0,7 mm bzw. 1,3 mm auch dort deutlich unterhalb der Werte für die Öffnungsweite und sind ebenfalls noch zu vernachlässigen.

In der Gleitbogenstrecke, im Bereich der zwischen den Abbauen gelegenen Pfeiler werden zunehmend Risse in der Firste und an den Stößen detektiert, deren Entwicklung seit Oktober 2014 dokumentiert wird. So wurden in den Pfeilern jeweils ein bzw. in Pfeiler 2/3 vier Beobachtungsbereiche von überwiegend an der Firste gelegenen Rissystemen eingerichtet und etwa jährlich gemessen.

Im November 2017 zeigen sich im Beobachtungsbereich des Pfeilers 1/2 zwei Risse in der Firste, welche Öffnungsweiten von maximal 7 mm mit maximalen Aufweitungsraten der Öffnungsweite von zuletzt 0,9 mm/a aufweisen (Abbildung 4.47b auf Blatt 144). Die stetig zu verzeichnende Verlängerung der Risse beträgt von April bis November 2017 maximal 8 cm in nördliche Richtung.

Im Pfeiler 2/3 wurden vier Beobachtungsbereiche mit Rissstrukturen angelegt (Abbildung 4.48b auf Blatt 144), wobei Beobachtungsbereich 1 im Bereich der westlichen Firste im November 2017 sieben Risse in der Firste aufweist, welche Öffnungsweiten von maximal 6 mm mit Aufweitungsraten der Öffnungsweite von zuletzt maximal 0,9 mm/a zeigen. Auch hier wird kontinuierlich eine Verlängerung der Risse festgestellt, zuletzt von April bis November 2017 maximal 4 cm in nördliche Richtung. Weiter zur Pfeilermittle liegt Beobachtungsbereich 2 in der Firste. Hier sind im April 2017 13 Risse ausgebildet, welche Öffnungsweiten von maximal 10 mm mit maximalen Aufweitungsraten der Öffnungsweite von zuletzt 2,9 mm/a aufweisen. Die maximale Rissverlängerung von November 2016 bis April 2017 beträgt 9 cm in Richtung zum Hangenden. Weiter nach Osten wird Beobachtungsbereich 3 in der Firste überwacht. Dort sind bis November 2017 neun Risse ausgebildet, welche Öffnungsweiten von maximal

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 141
-------------------------------------------------	------------

6,5 mm mit maximalen Aufweitungsraten der Öffnungsweite von zuletzt 0,9 mm/a zeigen. Die zuletzt von April bis November 2017 registrierte Rissverlängerung beträgt maximal 6 cm in nördliche Richtung, wobei diverse Risse zu diesem Zeitpunkt nicht einmessbar waren. Der Beobachtungsbereich 4 liegt am Südstoß des Pfeilers 2/3. Dort werden im November 2017 an sechs Rissen Öffnungsweiten von maximal 5,0 mm mit maximalen Aufweitungsraten von zuletzt 0,9 mm/a gemessen. Die maximale Rissverlängerung von April bis November 2017 beträgt dort 2,5 cm in Richtung zum Hangenden.

Der Beobachtungsbereich in Pfeiler 3/4 umfasst im November 2017 zehn Risse in der Firste, welche Öffnungsweiten von maximal 10 mm mit maximalen Aufweitungsraten von zuletzt 1,5 mm/a zeigen. Von November 2016 bis November 2017 haben sich die Risse maximal 17 cm in nördliche Richtung verlängert.

Auch in Pfeiler 4/5 werden im Oktober 2017 vier Risse beobachtet (danach durch Konturnachschnitt entfallen), welche eine maximale Öffnungsweite von 5,5 mm mit maximalen Aufweitungsraten von 1,1 mm/a aufweisen. Die maximale Rissverlängerung von November 2016 bis Oktober 2017 beträgt dort 20 cm an mehreren Rissen in unterschiedlicher Richtung.


### **Horizontale und vertikale Konvergenzmessstrecken**

Im Juli 2011 wurde im Pfeiler 1/2 der Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle an Messstelle K001 zunächst die horizontale Konvergenzmessstrecke und im Mai 2013 die vertikale Konvergenzmessstrecke im Na3-Steinsalz eingerichtet (Anhang 15.2 auf Blatt 441). Weiter östlich im Pfeiler 2/3 wurde an Messstelle K020 im August 2010 die vertikale Konvergenzmessstrecke (nicht mehr aktiv) und im Mai 2013 die horizontale Messstrecke installiert (Na3-Steinsalz). Im nördlich von der Richtstrecke abgehenden Querschlag nach Norden wurden im Februar 2006 an Messstelle K15 eine horizontale und eine vertikale Konvergenzmessstrecke im Carnallit eingerichtet, wobei die vertikale nicht mehr aktiv ist (Anhang 15.2 auf Blatt 441).

Die am 04.01.2018 gemessenen Konvergenzraten in Bezug zur Vormessung vom 12.10.2017 betragen für K001H 10,2 mm/a und für K001V 10,3 mm/a (Verformungsraten horizontal 1,7‰/a und vertikal 2,1‰/a) (Anhang 15.4 auf Blatt 444). Damit bewegen sich die Werte etwa auf dem Niveau der seit 2013 erfassten Konvergenzraten, wobei die Konvergenzraten zur Vormessung am 09.01.2017 mit 6,5 mm/a für K001H und 12,8 mm/a für K001V weiter auseinander lagen [18]. Die Mittelwerte der für 2017 an K001 ermittelten horizontalen Konvergenzraten liegen mit 9,7 mm/a geringfügig oberhalb des 2016 ermittelten Werts von 8,7 mm/a. Die für 2017 ermittelten vertikalen Konvergenzraten liegen mit 11,2 mm/a unterhalb des Vorjahreswerts von 13,2 mm/a. Die Veränderungen der Verformungsraten verlaufen entsprechend [18].

Für die Konvergenzmessstrecke K020H beträgt die am 04.01.2018 gemessene horizontale Konvergenzrate zur Vormessung vom 12.10.2017 17 mm/a (Verformungsrate horizontal 1,8‰/a (Anhang 15.4 auf Blatt 444)). Am 09.01.2017 betrug die Konvergenzrate zur Vormessung 16 mm/a. Auch hier bewegen sich die Konvergenzraten seit 2013 in einem ähnlichen Bereich [18]. Die Mittelwerte der für 2017 an K020 ermittelten horizontalen Konvergenzraten liegen mit 17,7 mm/a oberhalb des 2016 ermittelten Werts von 15,9 mm/a.

An Messstelle K15 beträgt die am 01.11.2017 gemessene horizontale Konvergenzrate zur Vormessung vom 01.08.2017 11,1 mm/a (Verformungsrate horizontal 2,1‰/a (Anhang 15.4 auf Blatt 444)). Am 09.01.2017 betrug die Konvergenzrate zur Vormessung 10,4 mm/a, auch hier liegen die seit 2013 ermittelten Konvergenzraten auf einem ähnlichen Niveau [18]. Die Mittelwerte der für 2017 an K15 ermittelten horizontalen Konvergenzraten liegen mit 10,9 mm/a geringfügig oberhalb des 2016 ermittelten Werts von 10,2 mm/a. [18].

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 142
-------------------------------------------------	------------

### ***Verschiebungen im Gleitbogenausbau***

Seit dem Jahr 2010 werden an den mit einem Gleitbogenausbau versehenen Streckenabschnitten im Bereich der Abbaue die einzelnen Ausbaubögen hinsichtlich der Verschiebungen ihrer Ausbau-Profilsegmente beobachtet. Hierzu wurden Markierungen an den ineinander geschobenen vier Bogen-segmenten angebracht, um die Verschiebungen der Segmente an den drei Überlappungsbereichen (jeweils an Nordstoß, Firste und Südstoß) erfassen zu können. Neben der Erfassung der Verschiebungsbeträge wurden daraus auch annäherungsweise Konvergenz- und Verformungsraten abgeschätzt. Der Abstand zwischen den einzelnen Ausbaubögen wird durch mit Laschen am Ausbauprofil verschraubte Abstandshalter (Verbolzung) gesichert. Bei starker Lastaufnahme des Gleitbogenausbau mit einhergehender Verschiebung der Profilsegmente können diese im Überlappungsbereich an die Abstandshalter anstoßen, was zu einer Verlagerung der Verschiebung auf andere Überlappungsbereiche und/oder zum Wegdrücken bzw. Riss des Abstandshalters führen kann.

Die Gleitbogenabschnitte in den Abbauen weisen jeweils unterschiedlich starke Verschiebungsbewegungen und damit einhergehende Schädigungen des Ausbaus auf.


In Abbau 1 - insbesondere im östlichen Abschnitt - wurden im letzten Beobachtungszeitraum von Januar 2016 bis Dezember 2017 hauptsächlich Verschiebungen an dem südlichen und dem mittleren (Firste) Überlappungsbereich der Profilsegmente erfasst (max. 43 mm), wobei die maximale Gesamtverschiebung an einzelnen Gleitbögen seit 2010 100 mm an der Firste beträgt. Die annäherungsweise anhand der Verschiebungen aller Gleitbögen ermittelte Konvergenzrate für die Strecke in Abbau 1 beträgt etwa 7 mm/a (Verformungsrate 0,6‰/a) [18]. Insgesamt nehmen die in der Gleitbogenausbaustricke von Abbau 1 gemessenen Verschiebungswerte zuletzt zu.

Auch in Abbau 2 werden überwiegend im östlichen Abschnitt Verschiebungen an den Gleitbogen-segmenten erfasst. Im letzten Beobachtungszeitraum von Januar 2016 bis Dezember 2017 wurden hauptsächlich Verschiebungen am südlichen und mittleren (Firste) Überlappungsbereichen erfasst (bis zu größer 17 mm), wobei die maximale Gesamtverschiebung an einem Gleitbogen seit 2010 mit 42 mm am Südstoß gemessen wurde. Die annäherungsweise aus allen verschobenen Gleitbögen ermittelte Konvergenzrate für die Strecke in Abbau 2 beträgt etwa 7 mm/a (Verformungsrate 0,6‰/a) [18].

In Abbau 3 - insbesondere im östlichen Abschnitt und untergeordnet am Westrand - wurden im letzten Beobachtungszeitraum von Januar 2016 bis November 2017 hauptsächlich Verschiebungen an den nördlichen und südlichen Überlappungsbereichen erfasst (bis zu größer 220 mm an einem Gleitbogen), wobei die maximale Gesamtverschiebung seit 2010 mit 391 mm an einem Bogen am Südstoß gemessen wurde. Die annäherungsweise für die gesamte Strecke in Abbau 3 ermittelte Konvergenzrate beträgt etwa 11 mm/a (Verformungsrate 1‰/a) [18]. Am westlichen und östlichen Rand der Gleitbogenstrecke liegen diverse Profilsegmente im Überlappungsbereich bereits an den Abstandshaltern an, an den östlichsten Gleitbögen wurde ein Abstandshalter durch das anliegende Segment bereits verschoben und an zwei Gleitbögen sind diese sogar gerissen. Einhergehend mit dem Riss der Abstandshalter zeigen sich dort die eingebauten Verzugmatten mit dem unterlagernden Gewebe geschädigt, so dass Material der Hinterfüllung herausdrückt (Abbildung 4.50b auf Blatt 145). Insbesondere im östlichen Teil dieses Gleitbogenausbau zeigen sich zuletzt zunehmende Beträge der Verschiebungswerte.

Die in der Gleitbogenstrecke in Abbau 4 erfassten Verschiebungen der Gleitbogensegmente sind im zentralen Streckenabschnitt am stärksten. Im letzten Beobachtungszeitraum von Januar 2016 bis Oktober 2017 wurden überwiegend an dem südlichen und dem mittleren (Firste) Überlappungsbereich Verschiebungen der Profilsegmente erfasst (max. 185 mm an einem Gleitbogen). Im Vergleich aller vier Gleitbogenausbau in der Richtstrecke nach Westen wurde in Abbau 4 mit 466 mm im Firstbereich die bislang größte maximale Gesamtverschiebung an einem Bogen seit 2010 gemessen. Die annäherungsweise ermittelte Konvergenzrate im gesamten Gleitbogenausbau in Abbau 4 beträgt



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 143

etwa 22 mm/a (Verformungsrate 2‰/a) [18]. An den Gleitbögen in Abbau 4 liegen die Profilsegmente überwiegend schon an den Abstandshaltern an, an fünf Gleitbögen sind die Abstandshalter verschoben und an vier Gleitbögen sind diese bereits gerissen (Abbildung 4.52a auf Blatt 147) - auch hier ist die Hinterfüllung lokal kleinräumig freigelegt. Die im letzten Beobachtungszeitraum in dem Gleitbogenausbau in Abbau 4 gemessenen Verschiebungswerte liegen deutlich oberhalb der Werte der vorherigen Beobachtungszeiträume.

### **Salzlösungsmonitoring**

Der im zweiten Quartal 2014 festgestellte, deutliche Anstieg der Lösungsfassungsrate in Abbaureihe 3 auf der 725-m-Sohle korrespondierte mit der leckagebedingten Veränderung der Fassungsrate im Abbau 3/658. Nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen an der Dichtungsbahn im Abbau 3/658 fiel die Fassungsrate Ende 2014 wieder auf das Vorjahresniveau zurück und sank seit Ende 2015 beständig. Seit dem vierten Quartal 2017 ist jedoch insbesondere an der Katasterstelle P725004 am Nordstoß des Pfeilers 2/3 (Abbildung 4.49 auf Blatt 145) ein kontinuierlicher Anstieg der Fassungsraten zu verzeichnen (Abbildung 5.3 auf Blatt 170).


Die Fassungsraten der übrigen Abbaureihen bzw. Rolllöcher auf der 725-m-Sohle bewegen sich auch 2017 weiterhin auf einem vergleichsweise deutlich niedrigeren Niveau (Abbildung 5.3 auf Blatt 170).

### **Mikroseismik**

Die seit etwa 2010 registrierte erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich der Sohle zwischen Abbau 4/725 und ELK 4/750 bzw. nördlich ELK 4/750 ist weiterhin gegeben, wenngleich sich die Rate der dort im Berichtszeitraum 2017 lokalisierten mikroseismischen Ereignisse geringfügig verringert hat. Darüber hinaus verdeutlicht sich im Vergleich zum Vorjahr eine Häufung mikroseismischer Ereignisse im Umfeld der ELK 8/750, unterhalb des Abbaus 3/725 (Abschnitt 2.4.4.3 auf Blatt 46).

### **Visuelle Kontrolle der Gleitbogenstrecke und Querschlag nach Norden**

Der Gleitbogenausbau im Bereich des Abbaus 1, welcher unmittelbar von dem nach Süden verlaufenden Querschlag abgeht, weist keine starken Verschiebungen auf und zeigt keine Tropfstellen. Im östlich anschließenden Pfeiler 1/2 befindet sich das Rollloch R1 (Katasterstelle L725005), welches Anfang 2018 nachgeschnitten wurde (Abbildung 4.47a). An der Firste und am Südstoß unmittelbar westlich des Gleitbogenausbaus von Abbau 2 zeigen sich Risse von kontinuierlich zunehmender Länge (Abbildung 4.47b).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 144



(a) Im Bereich von Rolloch R1 nachgeschnittene und gesicherte Firste sowie sanierte Katasterstelle P725005, Blick nach Osten, 16.02.2018



(b) Quer zur Richtstrecke im Pfeiler 1/2 verlaufender Firstriss westlich des Gleitbogenausbaus von Abbau 2, Blick nach Südosten, 16.02.2018

Abbildung 4.47: Rolloch R1 und Schädigungen im Bereich der Firste des Pfeilers 1/2

Die im Streckenverlauf folgende Gleitbogenausbaustrecke im Abbau 2 zeigt ebenfalls nur moderate Verschiebungen, wobei jedoch im zentralen und östlichen Abschnitt des Ausbaus Tropfstellen mit überwiegend korallen- und untergeordnet stalakitenförmigen Salzausfällungen vorliegen (Abbildung 4.48a). Die Lösungen werden in einem schottergefüllten Schram aufgefangen. Weiter östlich, im Bereich des Pfeilers 2/3 werden an mehreren Beobachtungsbereichen sich zunehmend vergrößernde Risse an der Firste und am Südstoß dokumentiert (Abbildung 4.48b). Im Bereich eines Überhangs an der Firste wurde dieser durch 14 Anker von 2 m Länge gesichert.




(a) Gleitbogenausbau in Abbau 2 mit korallenförmigen Salzausfällungen, Blick nach Westen, 16.02.2018



(b) Von Rissen durchzogener und mit Ankern gesicherter Firstüberhang und Vertikalrisse am Südstoß von Pfeiler 2/3, Blick nach Süden, 16.02.2018

Abbildung 4.48: Gleitbogenausbau von Abbau 2 und Schädigungen im Bereich von Firste und Südstoß des Pfeilers 1/2

Am Nordstoß, nahe des Schichtübergangs vom Na3-Liniensalz zum K2C, ist die Katasterstelle P725004 gelegen, wobei der Stoß auf Höhe der Katasterstelle (Sumpf) deutliche Abschaltungen aufweist (Abbildung 4.49). Dort wird nach einer längeren Phase mit rückläufigem Lösungsaufkommen seit dem vierten Quartal 2017 zunehmend Lösung gefasst.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 145



Abbildung 4.49: Katasterstelle P725004 in Pfeiler 2/3 mit Abschaltungen am Nordstoß, Blick nach Osten, 16.02.2018

Der Gleitbogensausbau in Abbau 3 weist an den Randbereichen, insbesondere im östlichen Abschnitt, stärkere Verschiebungen und damit einhergehende Schädigungen auf. Dort sind Abstandshalter (Verbolzung) gerissen und es wurde lokal Material der Hinterfüllung freigelegt (Abbildung 4.50b). Insbesondere im zentralen Bereich sind Tropfstellen mit korallen- und stalaktitenförmigen Salzausfällungen ausgebildet (Abbildung 4.50a).




(a) Gleitbogensausbau in Abbau 3 mit korallen- und stalaktitenförmigen Salzausfällungen, Blick nach Osten, 16.02.2018



(b) Abgerissene Abstandshalter und austretende Hinterfüllung des Gleitbogensausbaus, Blick nach Nordosten, 16.02.2018

Abbildung 4.50: Gleitbogensausbau von Abbau 3 mit Salzausfällungen und Schädigungen an Verbolzung und Verzug

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 146

Der Pfeiler 3/4 weist im Bereich des Südstoßes intensive Vertikalrisse mit Öffnungsweiten bis in den dm-Bereich auf (Pfeilerquerdehnung), dementsprechend ist dieser mit einer Systemankerung und Maschendrahtverzug gesichert (Abbildung 4.51 a). Im Bereich der Ende 2017, nach Rückbau der zum Querschlag nach Norden verlaufenden Radonlutte, nachgeschnittenen Firste befinden sich mehrere Lösungsaustrittsstellen. Dort liegen insbesondere im Umfeld der sanierten Fassungstelle im Bereich des Rolllochs R2 stalaktitenförmige Salzausfällungen vor (Abbildung 4.51b).



(a) Intensiv durch Vertikalrisse entfestigter Südstoß von Pfeiler 3/4, Blick nach Süden, 16.02.2018




(b) Partiiell nachgeschnittener Pfeiler 3/4 mit Tropfstellen am Rollloch R2 und Abzweig des Querschlags nach Norden, Blick nach Osten, 16.02.2018

Abbildung 4.51: Tropfstellen und Schädigungen im Pfeiler 3/4

Quer im Bereich der Firste verlaufende Risse wurden im Rahmen des Konturnachschnitts teilweise entfernt. Ebenso wurde der geschädigte nordöstliche Pfeiler zwischen Querschlag nach Norden und Richtstrecke nach Westen, welcher zuletzt doppelkegelförmige Entfestigungserscheinungen zeigte, deutlich nachgeschnitten, wobei weiterhin eine Scherfläche am Nordstoß der Richtstrecke in Richtung Abbau 4 erkennbar ist (Abbildung 4.51b).

Der Gleitbogenausbau in Abbau 4 zeigt die intensivsten Verschiebungen und weist einen mehrfachen Abriss von Abstandshaltern an verschiedenen Gleitbögen auf (Abbildung 4.52a) - Tropfstellen sind in diesem Abschnitt nicht dokumentiert. Im Bereich des Pfeilers 4/5 waren bis auf einen untergeordneten Riss in der Firste nur vereinzelte Risse und Abschalungen am Südstoß ausgebildet, welche bei einem Konturnachschnitt weitgehend entfernt wurden. Hier befindet sich auch ein Durchhieb zum geraubten Blindschacht 2, welcher im Zuge der Verfüllung des Blindschachts durch eine L-förmige Schalungsmauer abgemauert wurde (Abbildung 4.52b).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 147



(a) Im nördlichen Überlappungsbereich der Profil-segmente gerissener Abstandshalter und lokal austretende Hinterfüllung, Blick nach Nordosten, 16.02.2018



(b) Abgemauerter verfüllter Blindschacht 2 im nach-geschnittenen Pfeiler 4/5 mit nördlich davon abge-hender Nische zur Aufnahme einer Fluchtbohrung, Blick nach Osten, 12.04.2018

Abbildung 4.52: Gleitbogenausbau Abbau 4 mit Schädigungen und Pfeiler 4/5

Der Querschlag nach Norden geht im Pfeiler 3/4 von der Richtstrecke nach Westen ab und verläuft nördlich bis auf Höhe des Pfeilers zwischen Abbau 6/725 (Na2) und ELK 7/725 (Na2). Auch im Querschlag erfolgte ein partieller Nachschnitt im Bereich der zuvor durch intensive Abschaltungen entfestigten Streckenkontur sowie ein Rückbau der dort befindlichen Radonlutte und der Einrichtungen des Lösungsmanagements. Im Einmündungsbereich befindet sich die als Bewegungsfläche ausgebildete Schichtgrenze Na3 $\beta$ /K2C, welche durch Anker gesichert wurde (Abbildung 4.53a). Auf dieser Höhe befindet sich auch der östlich abgehende und intensiv entfestigte ehemalige Zugang zu Abbau 4/725 im Firstniveau, welcher Anfang 2018 mit Sorelbeton verfüllt wurde. Im Bereich der als ehemaliger Standort für einen Laugebehälter genutzten Aufweitung des Querschlags wurde Mitte 2017 ein potentieller Löser im Übergang Firste/Oststoß durch Anker gesichert (Abbildung 4.53b).




(a) Geankerte Schichtgrenze Na3 $\beta$ /K2C und verfüllter Zugang zu Abbau 4/725, Blick nach Nordosten, 16.02.2018



(b) Aufweitung des geräumten Querschlags mit geankertem Löser im östlichen Firstübergang, Blick nach Süden, 16.02.2018

Abbildung 4.53: Von der Gleitbogenstrecke in Pfeiler 3/4 abgehender Querschlag nach Norden

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 148
-------------------------------------------------	------------

## Bewertung

Auch nach Verfüllung der unterlagernden 2. südlichen Richtstrecke nach Westen im April 2017 unterliegt die Gleitbogenstrecke auf der 725-m-Sohle einer zunehmenden Entfestigung.

So sind im Pfeiler 2/3 vorwiegend in der Firste und im Pfeiler 3/4 insbesondere am Südstoß intensive Risse ausgebildet, welche sich kontinuierlich hinsichtlich der Öffnungsweiten und Risslängen vergrößern. Dementsprechend liegen die an den Fissurometern im Pfeiler 2/3 registrierten Verschiebungsraten auf dem Niveau der Vorjahre, hier ist keine degressive Entwicklung erkennbar.

Die an den Konvergenzmessstrecken im Monitoringbereich registrierten Konvergenz- und Verformungsraten bewegen sich seit Jahren auf insgesamt hohem Niveau, wobei sich in 2017 an der Messstelle im Pfeiler 2/3 ein ausgeprägter Anstieg der Konvergenzraten im Vergleich zu 2016 ergeben hat. Für die Messstelle in Pfeiler 1/2 sind demgegenüber 2017 im Vergleich zum Vorjahr deutlich rückläufige Konvergenz- bzw. Verformungsraten ermittelt worden. Im Querschlag nach Norden haben sich die Raten nur geringfügig verändert.


In den Gleitbogenausbauabschnitten von Abbau 3/725 und Abbau 4/725 sind zuletzt zunehmend höhere Verschiebungsbeträge an den Überlappungen der Gleitbogensegmente zu verzeichnen. Damit einhergehend kommt es dort vermehrt zu Verformungen bzw. Abrissen der Abstandshalter zwischen den Gleitbögen, teilweise tritt in diesen Bereichen Material der Gleitbogenhinterfüllung an den ebenfalls geschädigten Verzugmatten aus. Die Verschiebungen bzw. Verformungen des Gleitbogenausbaus in den Abbauen 1/725 und 2/725 fallen deutlich geringer aus.

Die erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich der Sohle zwischen Abbau 4/725 und ELK 4/750 ist weiterhin gegeben. Darüber hinaus verdeutlicht sich im Vergleich zum Vorjahr eine Häufung mikroseismischer Ereignisse im Umfeld der ELK 8/750, insbesondere unterhalb von Pfeiler 2/3 westlich des Abbaus 3/725.

Seit dem vierten Quartal 2017 ist bis zum März 2018 an der Katasterstelle P725004 im geschädigten Pfeiler 2/3 ein kontinuierlicher Anstieg der Fassungsraten zu verzeichnen.

Die Bewertung der Situation im Bereich der Gleitbogenstrecke auf der 725-m-Sohle bedingt folgende zu empfehlende Maßnahmen:

- Die nahe an der Schichtgrenze Na $\beta$ /K2C befindliche Katasterstelle P750004 sollte zeitnah saniert werden, um ein Vordringen der im Steinsalz gefassten Lösungen, mit Lösungspotential gegenüber Kalisalz, nach Norden in Bereiche mit Kalisalz zu vermeiden.
- Generell sollte eine Sanierung des Fassungs-systems in der gesamten Gleitbogenstrecke erfolgen, um eine Verlagerung von Lösungen zur nördlich liegenden Trennfläche Steinsalz/Carnallit zu verhindern. Dort ist, neben dem hohen Löslichkeitspotential der NaCl-dominierten Lösungen im Kalisalz, insbesondere im Bereich der Schichtgrenzen die Entstehung von Wegsamkeiten und damit verbundener Migration von Lösungen ins Hangende zu besorgen.
- Im Zuge der Sanierung der Fassungsstellen sollten diese in den Pfeilerbereich gezogen und soweit hergerichtet werden, dass nach einer Streckenverfüllung das Lösungsmanagement von der Wendelstrecke auf dem Niveau der 679-m-Sohle aus erfolgen kann.
- Aufgrund der kontinuierlich zunehmenden Entfestigungen im Bereich der Gleitbogenstrecke sollte eine schnellstmögliche Verfüllung der Gleitbogenstrecke, dem Querschlag nach Norden sowie grundsätzlich aller nicht mehr benötigten Gruben- bzw. Resthohlräume im Umfeld erfolgen, da die Gefahr einer Ausweitung bereits vorhandener Wegsamkeiten von Lösungen, auch in Richtung

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 149
-------------------------------------------------	------------

der unterlagernden Einlagerungskammern, besteht. Diese Verfüllmaßnahmen sollten auch den Resthohlraum der ELK4/750 inkludieren.

- Da die Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle insbesondere der Fassung von aus dem Hangenden zutretenden Lösungen dient, sollte die Verbesserung der Lösungsfassung im Hangenden sowie die Sanierung der Hauptaufgangsstelle in Abbau 3/658 vorangetrieben werden.
- Zur weiteren Stabilisierung ist auch eine Firstspaltverfüllung von Abbau 3/725 zu empfehlen.

#### 4.7 Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle


Das bereits 1908 aufgefahrene Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle erstreckt sich bei mittleren Firsthöhen zwischen 3 und 5 m über eine Fläche von etwa 750 m<sup>2</sup> im Bereich von Speisesalz (Na<sub>2</sub>S) und Polyhalitbänkchensalz (Na<sub>2</sub>P) – Wechsellagerungen der Staßfurtfolge. Innerhalb des unmittelbaren Füllortbereichs (etwa 22 m Durchmesser mit Schacht 2 im Zentrum) befinden sich drei kleinere Pfeiler im Norden, Südwesten und Südosten. Der südwestliche Pfeiler ist mit bewehrtem Spritzbeton gesichert und der südöstliche Pfeiler ist nach der Salzgewinnung aus Bullflexsäulen aufgebaut worden, eine nördliche Umfahrung des Nordpfeilers wurde mit losem Salz versetzt.

Der hohe Gebirgsdruck im Bereich der 750-m-Sohle führt in Verbindung mit der langen Standzeit und dem hohen Durchbaugrad zur Ausbildung erheblicher Schädigungen im Füllortbereich [48]. Die Pfeiler sind weitgehend entfestigt und weisen auch im Bereich der Sicherungen durch Spritzbeton bzw. Bullflexsäulen keine relevante gebirgsmechanische Stützwirkung mehr auf. So sind, sowohl in den Pfeilern, als auch in den Übergängen vom Füllort Schacht 2 zur nördlichen Richtstrecke nach Osten und zur nördlichen Richtstrecke nach Westen, Rissbildungen erfolgt.

Um die Gebrauchstauglichkeit des Füllortes bis zum planmäßigen Abwurf überprüfen und gewährleisten zu können, wird ein Monitoringprogramm [81] durchgeführt, welches die Überwachung von Firstkontrollbohrungen, Rissmessstellen und Konvergenzmessstrecken sowie ein Firstnivelement beinhaltet. Ergänzend wird seit 2013 der Bereich des Schachts 2 von der Füllortbühne auf der 750-m-Sohle bis zur unterhalb gelegenen Buchholzbühne in das Monitoring einbezogen. Darüber hinaus wird seit 04/2015 das Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle in das Monitoring mit einbezogen (aufgefahren Mitte der 1970er Jahre), welches sich unmittelbar an den bislang betrachteten Bereich anschließt und in dem umfangreiche Schädigungen ausgebildet sind.

Auf Grundlage der Monitoringergebnisse wurden bereits diverse Verfüll- bzw. Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt. So erfolgten 2013 die Verfüllung einer Nische im östlichen Füllortbereich sowie die Erstellung von östlich und westlich an die nördliche Pfeilerumfahrung anschließenden Stützbauwerken aus Sorelbeton. In 2014 erfolgte die Teilverfüllung des westlichen Füllorts mit Sorelbeton, einschließlich des Bereichs zwischen den südöstlichen und südwestlichen Pfeilern unmittelbar am Schacht 2. Anschließend wurde 2015 der vom Füllort Schacht 2 abgehende Hauptquerschlag nach Norden mit Sorelbeton verfüllt.

Die Kontur des geschädigten südöstlichen Füllortstoßes wurde im August 2016 vom Einmündungsbereich in den Hauptquerschlag nach Süden bis zur Einmündung in die nördliche Richtstrecke nach Osten nachgeschnitten und die dort vorliegenden Risse beseitigt. Damit einhergehend entfielen die dortigen Gipsmarken und es wurde der durch einen ehemaligen Luttenkanal unterschrittene Bereich mittels eingepasster Sorelbeton-Mauerelemente stabilisiert. Der gegenüberliegende Stoß des südöstlichen Pfeilers mit den entfestigten Bullflexsäulen wurde im November 2016 durch eine firstbündige Sorelbetonstützmauer stabilisiert, welche vom Stützbauwerk der westlichen Teilverfüllung bis an die durch Spritzbeton ertüchtigte südöstliche Pfeilerecke reicht.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 150

Am südöstlichen Pfeiler wurde diese Stützmauer von September bis November 2017 im Bereich des nördlichen Pfeilerstoßes westlich fortgesetzt, da sich dort eine zur Befestigung der Schachtsteuerung dienende und durch Vertikalrisse fragmentierte Sorelbetonmauer vom Pfeiler ablöst. Einhergehend damit wurde die geschädigte Mauer durch Mörtelinjektionsanker gesichert. Die dortigen elektrischen Einrichtungen wurden bereits 2016 abgebaut und am gegenüberliegenden Nordstoß des Füllorts, im Bereich eines Sorelbetonstützbauwerks mit vorgelagertem Sockel, installiert.

Am Füllort von Schacht 4 auf der 750-m-Sohle sind von August 2015 bis Februar 2016 sukzessive umfangreiche Stützbauwerke am West- und Oststoß erstellt worden, welche in die nördliche Richtstrecke nach Westen eingebunden sind (Abbildung 4.58 auf Blatt 157).

## Messergebnisse

### ***Firstkontrollen mittels Bohrlochkamera***

Zur Bewertung der Firstsicherheit werden aktuell die Firstkontrollbohrungen FKBrG. 750-1 und FKBrG. 750-4 und FKBrG. 750-14 in Richtung der östlichen und westlichen Richtstrecken betrachtet, weitere vormals inspizierte Bohrungen wurden im Rahmen der 2013 bzw. 2014 durchgeführten Verfüllmaßnahmen abgeworfen (s. Anhang 13.1, Bild 33 auf Blatt 424).

Die FKBrG. 750-01 und FKBrG. 750-04 im östlichen Füllortbereich wurden am 18.12.2017 inspiziert, es wurden keine offenen Risse festgestellt. Die Bohrlochkontur ist teils leicht rau ausgebildet, was auf eine geringfügige gebirgsmechanische Beanspruchung hindeuten kann bzw. abschnittsweise auf Spuren des Bohrvorgangs zurückzuführen ist. An FKBrG. 750-01 deutet sich anhand von partiellen Bohrmehl-anhaftungen eine leicht feuchte Bohrlochkontur an (s. Anhang 13.2, Bild 34 auf Blatt 425). In FKBrG. 750-04 zeigen sich im Vergleich zu den Voruntersuchungen zunehmende partielle Salzausblühungen als Hinweis auf Feuchtigkeit (s. Anhang 13.2, Bild 35 auf Blatt 425).


Seit Anfang 2017 ist an FKBrG. 750-14 die konturnahe Ausbildung von partiellen Haarrissen im Bereich von 0,2 bis 0,3 m zu verzeichnen (s. Anhang 13.2, Bild 36 auf Blatt 425), die letzte Inspektion erfolgte am 06.12.2017. Diverse kleinere Konturausbrüche ab ca. 2,1 m sind auf den Bohrvorgang zurückzuführen (s. Anhang 13.2, Bilder 37 bis 38, auf Blatt 425). Zwischen 3,8 bis 5,0 m Bohrlochteufe liegt eine Kalisalzeinschaltung vor, in diesem Bereich ist die Bohrung feucht und es deuten sich vereinzelte Salzausblühungen an (s. Anhang 13.2, Bild 39 auf Blatt 425).

### ***Beobachtung der Gipsmarken und Rissmessstellen***

Aktuell werden keine Gipsmarken zur Beobachtung der Schädigungsentwicklung im Füllortbereich genutzt. Die zuvor an Rissen im Bereich der Füllort- und Pfeilerstöße installierten Gipsmarken GM4/750, GM5/750, GM6/750, GM7/750, GM8/750 und GM28/750 wurden bis 2016 abgeworfen [21]. In Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424 ist die Lage der zuvor abgeworfenen Gipsmarken dargestellt.

Beim Nachschnitt des südöstlichen Füllortstoßes im August 2016 wurden Vertikalrisse entfernt, welche teils mit den Gipsmarken GM4/750 bis GM6/750 und GM28/750 überwacht wurden. Im nachgeschnittenen südöstlichen Stoß zum Hauptquerschlag nach Süden sind seit Anfang 2017 wieder einzelne Risse am Stoß zu beobachten, welche auch vollständig durch die Betonelemente im verfüllten Luttenkanal verlaufen. Die Risse weisen Öffnungsweiten von Haarrissbreite bis zu ca. 0,8 mm auf, welche vermutlich durch einen Jahresgang beeinflusste Schwankungen zeigen (s. Abbildung 4.55a auf Blatt 155). Die ehemals im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten gelegenen Risse am südöstlichen Füllortstoß (ehem. Lage Gipsmarken GM4/750 bis GM6/750) haben sich bislang nicht wieder ausgebildet.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 151

Ergänzend zu den Gipsmarken erfolgt bei Schacht 2 seit dem 10.08.2010 eine Rissüberwachung durch Bestimmung des Abstands von beidseitig an den Rissen angebrachten Messpunkten (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424 und Anhang 13.3, Bild 40 auf Blatt 426). Durch die Teilverfüllung des westlichen Füllortes Schacht 2 sind zunächst die Messpunkte im Bereich des südwestlichen Pfeilers (MS2, MS3, MS6 und MS7) entfallen. Der Messpunkt MS1 ist nach Auftrag einer Spritzbetonstabilisierung am südöstlichen Pfeiler entfallen und wurde sukzessive durch die Messpunkte MS5, MS8 und MS9 ersetzt. Letztere Messpunkte wurden im Zuge der aktuell durchgeführten Pfeilerstabilisierung abgeworfen.


An der Messstelle MS9 wurde seit dem 30.06.2016 ein Riss in der Spritzbetonstabilisierung am südöstlichen Pfeiler überwacht (s. Abbildung 4.54a auf Blatt 154). Bis zum 01.11.2016 stieg die Öffnungsweite auf ca. 4,1 mm über den Ausgangswert. Danach sank die Öffnungsweite bis zum 28.02.2017 auf ca. 3,0 mm ab. Anschließend ist bis Ende August 2017 wieder ein deutlicher Anstieg der Rissöffnungsweite bis auf ca. 9,8 mm über den Ausgangswert zu erkennen. Dieser Anstieg flacht dann bis zur letzten Messung am 01.11.2017 ab, was insgesamt auf eine Abhängigkeit der Rissentwicklung von einem Jahrgang deutet, entsprechend der bis 2014 an den Messstellen MS1 bis MS3 beobachteten Entwicklung. Ein stabilisierender Einfluss der an dieser Pfeilerecke vorgebauten Stützmauer ist möglich.

An den geringfügig um den Ausgangswert schwankenden Rissöffnungsweiten der Messstellen MS5 und MS8 wurde bis zur letzten Messung am 01.11.2017 keine eindeutige Entwicklung festgestellt (s. Anhang 13.3, Bild 40 auf Blatt 426).

Die am 03.09.2013 an der zunehmend fragmentierten und sich vom Pfeiler ablösenden Betonwand auf der Nordseite des südöstlichen Pfeilers eingerichtete Messstelle MS4 wird weiterhin gemessen (s. Anhang 13.3, Bild 40 auf Blatt 426). Die entfestigte Sorelbetonmauer wurde bis November 2017 mit Mörtelinjektionsankern und im östlichen Teil zusätzlich durch eine vorgesetzte Stabilisierungsmauer gesichert. Die dort registrierte Rissöffnungsweite nimmt jedoch, zunächst unbeeinflusst von den durchgeführten Sanierungsarbeiten bzw. einem Jahrgang, bis zum 21.12.2017 kontinuierlich auf ca. 3,0 mm über dem Ausgangswert zu. Seitdem ist der Wert auf ca. 2,8 mm am 23.01.2018 abgesunken.

An den Vertikalrissen der ehemaligen Messstelle R-750-09.1+09.2, am Stoß des Übergangs Hauptquerschlag nach Süden / Wendelstrecke Richtung 725-m-Sohle, wurde Ende Februar 2016 das Fissurometer 049F eingerichtet (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Im Zeitraum vom 29.02.2016 bis 27.02.2017 zeigt die Öffnungsweite Verschiebungswerte von 1,0 mm mit entsprechenden Raten von 1,0 mm/a (s. Anhang 13.4 auf Blatt 429). Im weiteren Verlauf schwankt die Öffnungsweite bis zum 14.06.2017 zwischen Werten von 1,0 bis 1,1 mm, um bis zum 04.01.2018 auf 1,5 mm anzusteigen (Rate von 0,8 mm/a). Höhenversatz und Scherung liegen im gleichen Zeitraum mit Raten von etwa 0,6 mm/a bzw. 0,5 mm/a darunter. Die Gesamtverschiebungsraten liegen zur selben Zeit bei 1,1 mm/a. Die Vertikalrisse zeigen seit 2014 jährliche Verlängerungen im Bereich von mehreren Zentimetern bis in den Dezimeterbereich.

Darüber hinaus wurde am Stoß, gegenüber der verfüllten Nische im östlichen Füllortabschnitt, an mehreren parallel verlaufenden Vertikalrissen die Messstelle R-750-10 eingerichtet und im Februar 2016 durch Fissurometer 047F ersetzt (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Dort steigt nach anfänglicher Stagnation die Öffnungsweite im Zeitraum vom 05.04.2016 bis 27.02.2017 von etwa dem Ausgangswert um 1,0 mm, bei einer Rate von 1,1 mm/a, an (s. Anhang 13.4 auf Blatt 427). Anschließend folgt bis zum 22.06.2017 eine schwach degressive Entwicklung der Öffnungsweite mit Werten um 0,9 mm. Danach vergrößert sich die Öffnungsweite bis zum 08.01.2018 kontinuierlich auf 1,6 mm, mit einer Rate von 1,2 mm/a, was auf dem Niveau des Vorjahres liegt und etwa der Gesamtverschiebung entspricht. Höhenversatz und Scherung haben sich im Lauf des Jahres jeweils von etwa 0,1 mm auf 0,2 mm erhöht und sind somit weiterhin untergeordnet. Die Rissenden der Vertikalrisse zeigen seit Beobachtungsbeginn 2014 jährliche Verlängerungen im Dezimeterbereich auf.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 152
-------------------------------------------------	------------

Ende Oktober 2016 wurde im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Westen, östlich von Füllort Schacht 4/750, das Fissurometer 048F an einem Riss in der Firste instrumentiert (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Im Zeitraum vom 27.10.2016 bis 08.05.2017 ist der Verschiebungsbetrag des Höhenversatzes vom Ausgangswert nur langsam auf 0,2 mm gestiegen, um danach mit größerer Geschwindigkeit bis zum 08.01.2018 auf 0,9 mm anzusteigen, bei einer Rate von 1,0 mm/a (s. Anhang 13.4 auf Blatt 428). Die Scherung weist seit Messbeginn einen Verschiebungsbetrag von 0,5 mm und eine Öffnungsweite von 0,3 mm auf. Der Betrag der Gesamtverschiebung liegt zum 08.01.2018 bei 1,0 mm.

Im Rahmen der westlichen Teilverfüllung wurde die Gipsmarke GM8/750 in einer Spritzbetonbefestigung am südwestlichen Füllortpfeiler abgeworfen und der überwachte Riss mit Sorelbeton gefüllt (s. Abbildung 4.55). Da sich dieser Riss auch nach Durchführung der Teilverfüllung weiterhin verschiebt, wurde dort Ende August 2017 das Fissurometer 053F installiert (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Vom Messbeginn am 29.08.2017 bis zum 07.11.2017 steigt der Verschiebungsbetrag der Öffnungsweite auf 0,95 mm mit einer Rate von 4,9 mm/a an (s. Anhang 13.4 auf Blatt 430). Danach verlangsamt sich die Zunahme der Öffnungsweite, bis zum 06.02.2018 steigt diese auf 1,2 mm mit einer Rate von nur noch 1,0 mm/a an, welche auch der Gesamtverschiebungsrate entspricht. Scherung und Höhenversatz sind bislang zu vernachlässigen und haben sich nach anfänglichen Bewegungen ab Anfang November in der Nähe des Nullpunkts eingependelt, wobei der Höhenversatz danach bis zum 06.02.2018 auf 0,2 mm angestiegen ist. Zum Vergleich lag die zuletzt 2014 in der Hauptaufweitungphase an der benachbarten Messstelle MS2 ermittelte Verschiebungsrate für die Öffnungsweite bei 13,5 mm/a.


Neu aufgenommen wurden Risse im westlichen Pfeiler des Abzweigs der westlichen Füllortumfahrung Schacht 2 auf der 750-m-Sohle von der Wendelstrecke. Die dort im Oktober 2017 erstmals gemessenen Risse zeigen bis zum Berichtsstand keine erkennbaren Verlängerungen bzw. Aufweitungen.

### **Firstnivellement**

Um erhöhte Firstsenkungen im stark durchbauten Bereich des Füllortes Schacht 2 auf der 750-m-Sohle feststellen zu können, werden Absenkungsraten von 12 Firstpunkten (FN 02/750 bis FN 13/750) im Füllortbereich gegenüber einem in der nördlichen Richtstrecke nach Westen gewählten Bezugspunkt (Polygonpunkt PP750093) erfasst. Um Unterschiede in den Firstsenkungen darstellen zu können, werden die Nivellementpunkte einem in der Firste vermarkten Bezugspunkt außerhalb des Füllortbereiches (hier FN 01/750) gegenübergestellt und bewertet. Ergänzend wurde ein Polygonpunkt in der Sohle unterhalb FN 01/750 eingemessen (s. Anhang 13.1, Bild 33 auf Blatt 424). Die Erfassung der Höhenänderungen erfolgt in Millimetern; die Messgenauigkeit liegt bei 0,3 mm.

Bedingt durch die 2014 im Bereich des Füllortes durchgeführten Verfüllmaßnahmen sind die westlichen Nivellementpunkte FN 02/750 bis FN 04/750 und FN 13/750 sowie der südlich gelegene Messpunkt FN 05/750 entfallen. Seit dem 29.01.2016 wird in der neuen westlichen Umfahrung des Füllortes Schacht 2 der Firstpunkt FN 44/750 in das Nivellement mit einbezogen.

Die Messungen am 15.02.2018 belegen an den seit 2012 erfassten Messpunkten mit Senkungsbeträgen von 51 bis 66 mm eine Fortsetzung der bisherigen Firstabsenkung. Die Raten von 9,2 mm/a bis 11,9 mm/a liegen etwa auf dem Vorjahresniveau. Ebenso entsprechen die Verformungsraten von etwa 1,8 bis 3,4 %/a nahezu den im Januar 2017 registrierten Werten. Die Absenkung im östlichen Füllortbereich liegt zuletzt überwiegend gleichauf mit den Werten des außerhalb gelegenen Vergleichspunkts bzw. an FN 10/750 und FN 11/750 darunter bzw. an FN 12/750 geringfügig darüber (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Dem gegenüber werden die größten Gesamtabenkungen und Absenkungsdifferenzen zum Vergleichspunkt weiterhin im südlichen Teilbereich des Füllortes an FN 06/750 und FN 07/750 registriert.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 153

### **Horizontale Konvergenzmessstrecken**

Im Zuge der Verfüllmaßnahmen wurden die Konvergenzmessstrecken K026 und K027 in 2013 bzw. 2015 abgeworfen. Mitte November 2015 wurden im Umfeld des Füllorts Schacht 2 die drei horizontalen Konvergenzmessstrecken K042, K043 und K044 jeweils in der Nähe der Wettertore eingerichtet. Die Konvergenzmessstrecke K042 ist westlich des Wettertors zur nördlichen Richtstrecke nach Osten, Konvergenzmessstrecke K043 ist nordöstlich des Wettertors zum Hauptquerschlag nach Süden und Messstrecke K044 ist in der westlichen Füllortumfahrung nordöstlich des Wettertors zur Wendelstrecke gelegen (s. Anhang 13.1, Bild 32 auf Blatt 424). Als typische Messgenauigkeit für die Erfassung der Konvergenz horizontaler Messstrecken ist von 1 mm auszugehen.


Die Konvergenzraten zur Vormessung betragen für K042 im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 5,7 mm/a (Verformungsrate 0,8‰/a), und steigen bis zum Zeitraum April 2017 bis Juli 2017 auf 12,4 mm/a (Verformungsrate 1,9‰/a) an, um danach bis auf 9,8 mm/a (Verformungsrate 1,5‰/a) im Zeitraum Oktober 2017 bis Januar 2018 abzusinken (s. Anhang 13.3, Bild 41 auf Blatt 426). Der Mittelwert der Verformungsraten für 2017 liegt mit 1,6‰/a auf dem Vorjahresniveau [15].

Für die Konvergenzmessstrecke K043 betragen die Konvergenzraten zur Vormessung im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 8,4 mm/a (Verformungsrate 1,3‰/a) und steigen im Zeitraum April 2017 bis Juli 2017 auf 14,8 mm/a (Verformungsrate 2,2‰/a) an, anschließend sinken die Konvergenzraten kontinuierlich bis auf 11,2 mm/a im Zeitraum Juli 2017 bis Oktober 2017 ab (Verformungsrate 1,7‰/a) um im Zeitraum Oktober 2017 bis Januar 2018 wieder auf 14,1 mm/a (Verformungsrate 2,1‰/a) anzusteigen (s. Anhang 13.3, Bild 41 auf Blatt 426). Auch hier liegt der Mittelwert der Verformungsraten für 2017 mit 1,8‰/a auf dem Vorjahresniveau [15].

An Messtelle K044 betragen die Konvergenzraten zur Vormessung im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 10,7 mm/a bzw. 1,5‰/a und steigen im Zeitraum Januar 2017 bis April 2017 auf 16,8 mm/a (Verformungsrate 2,4‰/a) an und sinken im Zeitraum April 2017 bis Juli 2017 leicht auf 16,3 mm/a bzw. 2,3‰/a ab (s. Anhang 13.3, Bild 41 auf Blatt 426). Bis zum Zeitraum Oktober 2017 bis Januar 2018 steigen die Konvergenzraten durchgehend auf 17,9 mm/a (Verformungsrate 2,5‰/a) an. Der Mittelwert der Verformungsraten für 2017 liegt mit 2,2‰/a marginal über dem Vorjahreswert von 2,1‰/a [15].

### **Visuelle Kontrolle Füllort Schacht 2 und am Schacht**

Als zuletzt durchgeführte Stabilisierungsmaßnahme im Bereich des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle erfolgte von September bis November 2017 die weitergehende Sanierung des südöstlichen Pfeilers. Dort zeigte sich, dokumentiert durch den Verlauf der Rissmessungen an Messtelle MS4, eine zunehmende Ablösung der durch mehrere Vertikalrisse fragmentierten Mauer vom Pfeilerstoß. Als Sanierungsmaßnahme wurde eine Stabilisierung der geschädigten Mauer durch Mörtelinjektionsanker sowie die Errichtung einer partiell davor gesetzten Stützmauer geplant und umgesetzt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	



(a) Die Risse aufweisende Spritzbetonstabilisierung der Pfeilerecke (u.a. MS9) sowie die sich ablösende und fragmentierte Sorelbetonmauer werden sukzessive durch Mörtelinjektionsanker und eine Stützmauer stabilisiert, Blick nach Westen (27.10.2017)




(b) Stabilisierter südöstlicher Füllortpfeiler nach Einbau von Mörtelinjektionsankern und Erstellung einer bis zum Übergang Stoß/Firste reichenden Stützmauer, Blick nach Nordwesten (23.11.2017)

Abbildung 4.54: Stabilisierung des entfestigten nördlichen Stoßes am südöstlichen Füllortpfeiler

Hierzu wurden die geschädigten Mauerfragmente durch insgesamt 19 Mörtelinjektionsanker mit einer Ankerlänge von 3 m schrittweise von unten nach oben stabilisiert (s. Abbildung 4.54a). Erst nach Abschluss der Ankermaßnahme erfolgte im November 2017 die Fertigstellung der oberen Stützmauersegmente bis in den Übergangsbereich Stoß/Firste, wobei die Mauer durch einbetonierte Ankerplatten stabilisiert wird (s. Abbildung 4.54b).

Wie bereits aufgeführt, setzt sich die Entfestigung am südöstlichen Füllortstoß im Übergang zum Hauptquerschlag nach Süden geringfügig fort, da sich die dortigen vertikalen Risse im Stoß bis in die Sorelbetonelemente des verfüllten Luttenkanals ausweiten (s. Abbildung 4.55a). Ebenso weisen die Verschiebungen am vormals durch die Gipsmarke GM8/750 überwachten Riss, im Bereich des mit Spritzbeton stabilisierten südwestlichen Pfeilers, auf fortgesetzte gebirgsmechanische Beanspruchungen hin (s. Abbildung 4.55b).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 155



(a) Wieder aktivierte Risse am südöstlichen Füllortstoß verlaufen nach Nachschnitt bis in die Sorel-betonelemente des verfüllten Luttenkanals, Blick nach Südosten (14.12.2017)



(b) Vertikalriss in Spritzbetonstabilisierung am südwestlichen Füllortpfeiler mit Fissurometer 053F (ehem. GM8/750), Blick nach Südwesten (14.12.2017)

Abbildung 4.55: Auch nach Sanierung fortgesetzte Rissaufweitungen am südöstlichen Füllortstoß und am südwestlichen Füllortpfeiler

Am nördlichen Füllortstoß, im Bereich des hinterfüllten nördlichen Pfeilers, lassen die zunehmenden Risse und Abplatzungen auf eine fortgesetzte Entfestigung des Pfeilerstoßes schließen (s. Abbildung 4.56).




(a) Intensiv entfestigter südlicher Stoß des nördlichen Füllortpfeilers von Schacht 2/750 mit Rissen und Abschalungen, Blick nach Nordwesten (14.12.2017)



(b) Zunehmende Rissbildungen und Abplatzer am mit Maschendrahtverzug gesicherten Pfeilerstoß, Blick nach Nordosten (14.12.2017)

Abbildung 4.56: Entfestigter südlicher Stoß des nördlichen Füllortpfeilers an Schacht 2/750

Die Schädigungen des ergänzend in das Monitoringprogramm aufgenommenen Bereichs am Schacht 2 auf der 750-m-Sohle, von der Füllortbühne bis zur Buchholzbühne, setzen sich kontinuierlich fort. Im Vergleich zur Befahrung Anfang 2017 haben die Entfestigungserscheinungen unterhalb der Füllortbühne augenscheinlich erkennbar zugenommen (s. Abbildung 4.57).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	



(a) Mauerwerksausbau mit intensiven Abplatzern unterhalb der Füllortbühne, Weststoß Schacht 2 / 750 (16.01.2018)



(b) Schachtausbau mit Rissen, Abplatzungen und defektem Anker unterhalb der Füllortbühne, Oststoß Schacht 2 / 750 (16.01.2018)

Abbildung 4.57: Schädigungen des Schachtausbaus von der Füllortbühne 750-m-Sohle bis zur Buchholzbühne


#### Visuelle Kontrolle Füllort Schacht 4

Unmittelbar nordwestlich des bislang betrachteten Monitoringbereichs um Schacht 2 auf der 750-m-Sohle, im östlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Westen, schließt sich das Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle an. In dem, direkt westlich der neuen Umfahrung des Schachts 2 auf der 750-m-Sohle in einem stark durchbauten Bereich gelegenen, Füllort waren umfangreiche Schädigungen ausgebildet. Zur Stabilisierung der intensiv geschädigten Stöße bzw. des Mauerwerks und zum Unterfangen des großflächigen Überhangs zum Schacht hin, wurden von November 2015 bis Januar 2016 jeweils östlich und westlich im Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle mehrere Stützbauwerke aus Sorelbeton erstellt, welche bis an die nördliche Richtstrecke nach Westen einbinden. Dort wurden bis Mitte 2016 zwei neue Wetterschleusen eingerichtet.

Die Firste zwischen den Stützbauwerken im Zugangsbereich des Füllorts zeigt sich entfestigt, ist jedoch durch eine Systemankerung noch ausreichend gesichert (s. Abbildung 4.58a).

Die nördliche Richtstrecke nach Westen, zwischen der westlichen Füllortumfahrung Schacht 2 und dem Zugang zu Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle, weist begünstigt durch einen kleinräumigen Wechsel der geologischen Schichten, intensive Abschalungen und Risse an den Stößen auf, welche sich partiell bis in die Firste ausweiten. (s. Abbildung 4.58b).

Im westlichen Pfeiler des Einmündungsbereichs der westlichen Umfahrung von Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle in die Wendelstrecke wurden im Oktober 2017 Vertikalrisse mit geringer Öffnungsweite dokumentiert, welche sich seitdem nicht relevant verändert haben.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	



(a) Zugang zum Füllort Schacht 4/750 mit geschädigter und durch Systemankerung mit Maschendrahtverzug gesicherter Firste sowie Stützbauwerken an den Stößen, Blick nach Südwesten (04.12.2017)



(b) Bis zum Übergang Stoß/Firste geschädigter Südstoß der nördlichen Richtstrecke nach Westen zwischen westl. Umfahrung und Schacht 4/750, Blick nach Südosten (04.12.2017)

Abbildung 4.58: Schädigungen der Firste und Stöße im Umfeld des Füllorts Schacht 4/750-m-Sohle


## Bewertung der Ergebnisse / Fazit

In dem durch das Monitoringprogramm überwachten Bereich des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle sind die abgestimmten Sanierungsmaßnahmen [82] weitestgehend umgesetzt bzw. erweitert worden. Dazu wurden umfangreiche Verfüllmaßnahmen, die Erstellung von Stützbauwerken, der Einbau von Ankern und Nachschneidarbeiten durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten Stabilisierungsmaßnahmen im Bereich des später in das Monitoring einbezogenen Füllorts Schacht 4 auf der 750-m-Sohle.

Der Bereich des nördlichen Stoßes am südöstlichen Pfeiler, welcher eine entfestigte Spritzbetonsicherung sowie eine geschädigte und sich vom Pfeiler ablösende Betonmauer aufwies, wurde umfassend durch Injektionsmörtelanker und ein Stützbauwerk aus Sorelbeton stabilisiert. Ein weiteres Ablösen der fragmentierten Betonmauer ist zunächst nicht zu besorgen, die dortige Messstelle MS4 zeigt zuletzt keine weitere Rissaufweitung. Die Geschwindigkeit der aktuell am benachbarten südwestlichen Pfeiler, im Bereich der ehemaligen Gipsmarke GM8/750, registrierten Rissaufweitung ist rückläufig.

Die im Vergleich zum Nivellementpunkt außerhalb des Füllorts zunehmend erhöhte Absenkung der Firstnivelementpunkte innerhalb des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle, welche zu Beginn des Monitorings registriert wurde, hat sich nur an den im südlichen Füllort verbliebenen Nivellementpunkten fortgesetzt. Am nördlichen bzw. nordöstlichen Füllort ist im Vergleich dazu keine erhöhte Absenkung mehr erkennbar. Vielmehr hat sich dort eine zunehmend niedrigere Absenkung als am Vergleichspunkt außerhalb des Füllorts eingestellt. Die am östlichsten Nivellementpunkt registrierte Absenkung liegt nur marginal oberhalb des Vergleichspunkts außerhalb des Füllorts. Hier kann insgesamt ein stabilisierender Einfluss der weitreichenden Verfüll- und Sanierungsmaßnahmen angenommen werden.

Die 2016 bei Nachschnitarbeiten entfernten Risse am südöstlichen Füllortstoß, im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten, zeigten schon bei den letzten Messungen eine stagnierende Entwicklung der Öffnungsweiten und wurden bis zum Berichtsstand nicht wieder ausgebildet. Demgegenüber haben sich seit Beginn 2017 diverse Risse am südöstlichen Pfeilerstoß, im Bereich des unterschrittenen Luttenkanals im Übergang zum Hauptquerschlag nach Süden, bis in die Sorelbetonverfüllung des Luttenkanals fortgesetzt.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 158

Die an dem Fissurometer im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten erfassten Risse zeigen zuletzt abnehmende Verschiebungsgeschwindigkeiten, während in Richtung des Hauptquerschlags nach Süden unveränderte und in der westlichen Umfahrung zunehmende Verschiebungsgeschwindigkeiten an den Fissurometern registriert werden.

Ähnlich verhält es sich mit den horizontalen Konvergenzen, hier sinken die ermittelten Konvergenzraten im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten zuletzt leicht ab während im Übergang zum Hauptquerschlag nach Süden und in der westlichen Umfahrung steigende Raten verzeichnet werden. Die Schwankungen der Messwerte im Jahresverlauf setzen sich fort, die für 2017 ermittelten Mittelwerte der Verformungsraten entsprechen etwa den für 2016 erhobenen Mittelwerten.


Die im Bereich des nördlichen Füllortpfeilers an Schacht 2 auf der 750-m-Sohle ausgebildeten Risse und Abschalungen nehmen augenscheinlich kontinuierlich, aber mit geringer Geschwindigkeit zu. Ähnlich verhält es sich bei Betrachtung des Ausbaus von Schacht 2 vom Füllort auf der 750-m-Sohle bis zur Buchholzbühne. Auch hier nimmt die vorliegende Schädigung, insbesondere unterhalb des Auflagebereichs der 750-m-Arbeitsbühne, erkennbar zu.

Die abgestimmten Verfüll- und Sanierungsmaßnahmen [82] sind weitestgehend abgeschlossen. Seit 2012 wurden im betrachteten Monitoringbereich etwa 2.370 m<sup>3</sup> Sorelbeton zur Stabilisierung eingebracht, trotzdem setzt sich die Schädigung an den Firsten und Stößen mit geringer Geschwindigkeit fort. Im südlichen Füllortbereich von Schacht 2 in Richtung des Hauptquerschlags nach Süden und im westlich anschließenden Übergang zum Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle zeigt sich überwiegend eine konstante bis leicht zunehmende Schädigungsentwicklung. Jedoch deutet sich zuletzt demgegenüber im östlichen Füllortbereich eine degressive Schädigungsentwicklung an.

Insgesamt ist derzeit die Gebrauchstauglichkeit für alle durch das Monitoring erfassten Grubenbereiche noch gegeben. Zur künftigen Sicherung der Gebrauchstauglichkeit und um der fortlaufenden Entfestigung in den Füllörtern und im Schachtausbau relevant entgegenzuwirken, sind jedoch weitere Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

- Am Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle ist der geschädigte Nordpfeiler zu stabilisieren.
- Der entfestigte nordöstliche Stoß des südwestlichen Füllortpfeilers mit der gerissenen Spritzbetonstabilisierung sollte ebenfalls ertüchtigt werden.
- Aufgrund der längeren Standzeit des östlichen Abschnitts bis zum planmäßigen Abwerfen des Füllorts, wird die Einrichtung einer Systemankerung mit Maschendraht im Bereich der Firste - zunächst zwischen Schacht 2 auf der 750-m-Sohle und verfülltem Hauptquerschlag nach Norden - empfohlen.
- Zum Erhalt der Sicherheit im Schacht 2 von der Füllortbühne auf der 750-m-Sohle bis zur Buchholzbühne sollten die dort geplanten Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden.
- Der zunehmend Schädigungen aufweisende Übergangsbereich des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle zur nördlichen Richtstrecke nach Westen, zwischen westlicher Umfahrung und Schacht 4 auf der 750-m-Sohle, sollte saniert werden.
- Im Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle, sowie in dessen Zugangsbereich, sollten Firstkontrollbohrungen zur Beobachtung der Entfestigungserscheinungen an der Firste gestoßen werden.
- Im Zuge des vorgesehenen Rückzugs aus den tieferen Grubenabschnitten sollte eine baldmöglichste Verfüllung des aufgelockerten Schachts mit Sorelbeton, zunächst bis zur Buchholzbühne, erfolgen.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 159

Trotz der umfangreich durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ist weiterhin im gesamten Monitoringbereich eine regelmäßige Kontrolle der Firste und Stöße unabdingbar, um die fortschreitende Entfestigung überwachen und die derzeit gegebene Gebrauchstauglichkeit für die noch benötigte Nutzungsdauer erhalten zu können. Dazu ist auch die Umsetzung der noch ausstehenden Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

#### 4.8 Nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle


Der Monitoringbereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle liegt zwischen dem Carnallitbaufeld im Norden und dem südlich anschließenden, gebirgsmechanisch stark beanspruchten Na<sub>2</sub>-Baufeld im Sattelkern. Es stehen vorwiegend die Schichten von Speisesalz (Na<sub>2</sub>S) und Polyhalitbänkchensalz (Na<sub>2</sub>P) der Staßfurtfolge an. Die Grenzflächen von Na<sub>2</sub>S und Na<sub>2</sub>P verlaufen etwa WNW–ESE und queren die NW-SE verlaufenden Richtstrecken. Im Zugangsbereich von Abbau 6/Ost des Kalibaufeldes wird in der 2. nördlichen Richtstrecke kieseritisches Übergangssalz (Na<sub>2</sub>K) angetroffen.

Die nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle wurde etwa 1920 aufgefahren. Eine nördliche Aufweitung im westlichen Streckenabschnitt, mit einhergehender Einrichtung einer Kfz-Werkstatt, erfolgte in zwei Phasen Mitte der siebziger und Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts. Bis Anfang Oktober 2012 sowie vom zweiten Quartal 2013 bis November 2013 wurde die Aufweitung als temporärer Standort der Misch- und Pumptanlage 30BA und seit Sommer 2014 als Pausenplatz genutzt. Im Umfeld der Streckenaufweitung befinden sich isolierte kleinere Pfeiler, welche nur noch eine eingeschränkte Tragfähigkeit aufweisen. Südlich liegen zwei Zugänge zum versetzten Abbau 4a/750 (Na<sub>2</sub>), ein Zugang zu Abbau 5a/750 (Na<sub>2</sub>) sowie ein verfülltes ehemaliges Holzlager. Nördlich dazu verläuft die 2. nördliche Richtstrecke nach Osten. Im Liegenden beider nördlichen Richtstrecken befinden sich verfüllte Bereiche der 775-m-Sohle, im Westen erstreckt sich im Hangenden die verfüllte A-Sohle des Carnallitbaufeldes im Niveau der 750-m-Sohle. Seit Anfang 2013 erfolgten in der nördlichen Richtstrecke nach Osten sukzessive die unten aufgeführten Stabilisierungsmaßnahmen (s. a. Anhang 14.7 auf Blatt 439).

Der betrachtete Abschnitt der etwa 1910–1915 aufgefahrenen und im August 2015 mit Sorelbeton verfüllten 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten beginnt im Westen auf Höhe eines 2013 mit einer Stützungsmauer versehenen Kleinpfeilers und geht bis zu dem zur nördlichen Richtstrecke abgehenden Querschlag. Im östlichen Streckenverlauf folgen der nach Norden abgehende Durchhieb zum Kaliabbau 4/Ost, der verfüllte ehemalige Blindschacht 4 sowie ein verfüllter ehemaliger Vorratsbunker. Im weiteren Verlauf münden die Zugänge zu den Kaliabbauen 5/Ost und 6/Ost sowie eine zum Kaliabbau 5/Ost (C-Sohle im Niveau der 725-m-Sohle) verlaufende Wetterbohrung in die Richtstrecke. Im zur nördlichen Richtstrecke abgehenden Querschlag befindet sich in der Firste ein Gesenk zur 725-m-Sohle, welches mit einem Gleitbogenausbau unterbaut war. Gleitbogen und Unterzug des Gesenks wurden vor der Verfüllung des nördlichen Querschlagabschnitts rückgebaut.

Insgesamt ist die Situation in diesem infrastrukturell stark genutzten Monitoringbereich durch einen hohen Durchbauungsgrad bei einem zu Beginn des Monitorings geringen Anteil an tragfähigen Gebirgsbereichen im Umfeld und einer langen offenen Standzeit geprägt. So lag 2012 das Verhältnis von Hohlraum zu Tragelementen für den Bereich der Aufweitung in der nördlichen Richtstrecke nach Osten noch bei ca. 70:30. Infolge der seitdem durchgeführten Verfüllmaßnahmen hat sich dort der absolute Anteil an festem Material signifikant erhöht, so dass der Hohlraumanteil noch bei etwa 20 % liegt.

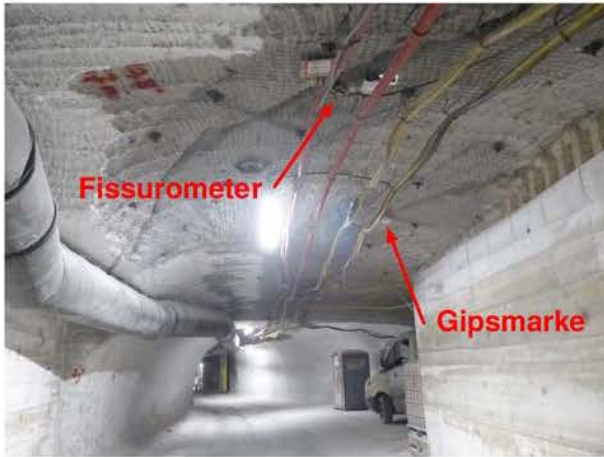
Bedingt durch die lange offene Standzeit und den hohen Durchbauungsgrad unterliegt der Monitoringbereich, insbesondere im Bereich der Streckenaufweitung mit dem Pausenplatz, diversen Entfestigungs-

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 160

und Bruchprozessen. So ist in den Firsten ein System von Rissen mit Öffnungsweiten im mm- bis dm-Bereich ausgebildet, die überwiegend NW-SE streichen und steil einfallen (Abbildung 4.59a).



(a) NW-SE streichende Firstrisse im westlichen Zugangsbereich der Streckenaufweitung, überwacht durch Fissurometer und Gipsmarke, Blick nach Westen, 22.01.2018



(b) Entfestigter Nordstoß zwischen Wettertor und Abzweig 2. nördliche Richtstrecke nach Osten vor dem Nachschnitt, Blick nach Osten, 14.12.2017

Abbildung 4.59: Schädigungen im Bereich der Firste und Stöße im westlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten

Auch die Nord- und Südstöße zeigen Auflockerungserscheinungen (Abschalungen, Risse) unterschiedlicher Intensität. In den Pfeilern waren teils starke vertikale Stauchungsrisse ausgebildet. Der östlich des Querschlags zwischen den beiden Richtstrecken gelegene Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten liegt zwar außerhalb des bislang betrachteten Monitoringbereichs, weist aber ebenfalls eine intensive und augenscheinlich zunehmende Entfestigung der Stöße auf (Abbildung 4.59b und Abbildung 4.60).




(a) Entfestigter Südstoß der nördlichen Richtstrecke nach Osten, westlich des Abzweigs zur Faktenerhebung, Blick nach Westen, 23.11.2017



(b) Entfestigter Nordstoß der nördlichen Richtstrecke nach Osten, östlich des Querschlags zur 2. nördlichen Richtstrecke, Blick nach Westen, 23.11.2017

Abbildung 4.60: Entfestigte Stöße im östlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten

Durch die unten aufgeführten Sanierungsmaßnahmen wurden im westlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten die in der Firste und an den Stößen ausgebildeten Risse nahezu vollständig unterfangen bzw. stabilisiert. Lediglich im Zufahrtsbereich westlich der Streckenaufweitung sind noch

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 161
-------------------------------------------------	------------

NW-SE streichende Risse in der Firste erkennbar, welche mit dem Fissurometer 026F bzw. der Gipsmarke GM22 überwacht werden (s. Abbildung 4.59a und Anhang 14.1 auf Blatt 431).

Bereits 2013 erfolgte als kurzfristige Sicherungsmaßnahme eine Bandagierung des westlichen Pfeilers zwischen der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie die Errichtung eines Stützbauwerkes im Durchrieb zwischen den beiden Richtstrecken nach Osten - weitere Stabilisierungsmaßnahmen wurden empfohlen und umgesetzt (Anhang 14.7 auf Blatt 439). Hierzu gehört die Erstellung eines Stützbauwerkes am Südstoß zwischen den Zugängen zu den Abbauen 4a und 5a (Na2) in 2014, nachdem dort ein mehrfacher Abriss von Ankerplatten registriert wurde (Abbildung 4.61a).




(a) Streckenaufweitung mit Pausenplatz und stabilisiertem Südstoß zwischen den Zugängen von Abbau 4a (Na2) und Abbau 5a (Na2), Blick nach Osten, 22.01.2018



(b) Stützbauwerke im Bereich des entfestigten westlichen Kleinpfeilers (rechts) und vor den Zugängen zu Abbau 4a (Na2) und dem ehem. Holzlager, Blick nach Westen, 22.01.2018

Abbildung 4.61: Stabilisierungsmaßnahmen am Südstoß sowie am westlichen Kleinpfeiler

Im Anschluss wurden 2015 der Westteil der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten und ein Teil des südlich abgehenden Querschlags mit Sorelbeton verfüllt. Ab Oktober 2016 wurde der Südstoß im Umfeld der Streckenaufweitung der nördlichen Richtstrecke nach Osten nachgeschnitten und das bereits vorhandene Stützbauwerk am Südstoß westlich (Abbildung 4.61b) und östlich (Abbildung 4.62a) verlängert. Hierzu wurde der von Rissen durchzogene Überhang vor dem ehemaligen Holzlager durch ein Sorelbeton-Stützbauwerk unterfangen (Abbildung 4.61b). Zeitgleich wurde die östlich anschließende entfestigte Zugangsstrecke zu Abbau 4a (Na2) durch eine Schalungsmauer verschlossen und mit Sorelbeton verfüllt. Parallel dazu ist weiter östlich auch der Zugang zu Abbau 5a (Na2) abgemauert und mit Sorelbeton verfüllt worden (Abbildung 4.62a).

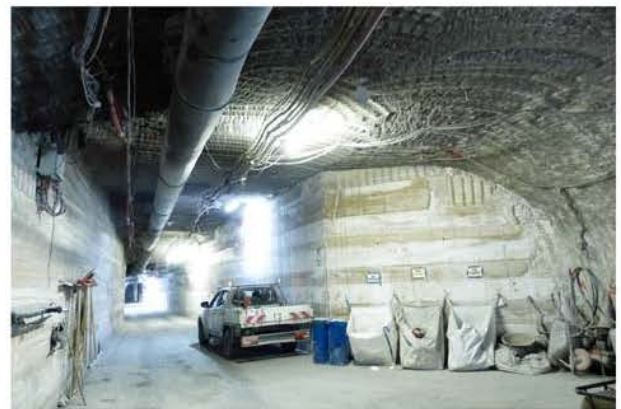
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 162
-------------------------------------------------	------------



(a) Stabilisierter Südstoß mit Sorelbeton-Stützbauwerk vor Zugang Abbau 5a(Na2) und Pausenplatz, Blick nach Westen, 22.01.2018



(b) Durch ein massives Sorelbeton-Stützbauwerk verfüllter nordwestliche Teil der Streckenaufweitung sowie stabilisierter Südstoß, Blick nach Westen, 22.01.2018


Abbildung 4.62: Stabilisierungsmaßnahmen am Südstoß vor Zugang Abbau 5a(Na2) sowie in der nordwestlichen Streckenaufweitung

Die Stabilisierung im Norden der Streckenaufweitung erfolgte zunächst durch die vollständige Ertüchtigung des westlichen Kleinfeilers mit einer firstbündig erstellten Stützmauer. Danach wurde die nordwestlich anschließende Hälfte der Streckenaufweitung mit einer Schalungsmauer unterfangen und mit Sorelbeton verfüllt (Abbildung 4.62b). In diesem Zuge wurde das Firstextensometer FiEx 750-04 vollständig vom Bauwerk unterfangen, die Fissurometer 025F und 036F wurden abgeworfen.

Nach Durchführung der o. g. Betonagearbeiten zeigen sich der komplette Südstoß sowie die westliche Hälfte des Nordstoßes der Streckenaufweitung durch firstbündige Stützbauwerke stabilisiert.

Ergänzend erfolgte im November 2016 die Verfüllung des östlichen Teils der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten bis zu den Kaliabbauen 9/Ost und 10/Ost. Weiterhin wurde ein Rollloch erkundet und verfüllt, welches von der Firste einer vom Querschlag zwischen den Richtstrecken nach Osten abgehenden verfüllten Strecke an die hangende B-Sohle im Niveau der 750-m-Sohle anschließt.

Wie in (Anhang 14.7 auf Blatt 439) aufgeführt, wurde der Firstspalt von Abbau 4a(Na2) erkundet und der vorgefundene Hohlraum zur weiteren Stabilisierung bis November 2017 mit 4.704 m<sup>3</sup> Sorelbeton verfüllt. Des Weiteren wurde im Mai 2017 die Sohle des Pausenplatzes mit Sorelbeton ertüchtigt (Abbildung 4.63a). Im Dezember 2017 wurde der deutlich entfestigte Nordstoß der nördlichen Richtstrecke nach Osten, zwischen Wettertor und Abzweig der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten, nachgeschnitten (Abbildung 4.63b).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 163
-------------------------------------------------	------------



(a) Ertüchtigung der Sohle mit Sorelbeton im Bereich des Pausenplatzes, Blick nach Osten, 24.05.2017



(b) Nachgeschnittener Nordstoß im westlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten, Blick nach Osten, 22.01.2018

Abbildung 4.63: Seit dem letzten Berichtsstand in der nördlichen Richtstrecke nach Osten durchgeführte Stabilisierungsmaßnahmen

## Messergebnisse


### Gipsmarken

In der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurden im September 2012 die Gipsmarken GM09–GM15 und im Dezember 2012 die Gipsmarken GM19–GM22 gesetzt. Abgesehen von GM22/750 im Zugangsbereich der Streckenaufweitung sind alle Gipsmarken im Zuge der Verfüllmaßnahmen abgeworfen worden (s. Anhang 14.1 auf Blatt 431). Die Gipsmarke GM22/750 weist aktuell weiterhin keine Risse auf.

### Fissurometermessungen

Von den ursprünglich drei im Monitoringbereich vorhandenen Fissurometern ist nur das Fissurometer 026F verblieben, welches im westlichen Zugangsbereich am 14.12.2012 installiert wurde um dort vorhandene NE-SW streichende Risse zu überwachen (s. Anhang 14.1 auf Blatt 431). Die Fissurometer 025F oberhalb des verfüllten Durchhiebs zur 2. nördlichen Richtstrecke und F036 westlich des BST-Pausenplatzes sind im Zuge der Erstellung eines Stützbauwerks im nordwestlichen Teil der Streckenaufweitung im Oktober 2016 entfallen.

Die Zeitreihe der Fissurometermessungen (s. Anhang 14.2 auf Blatt 432) an 026F zeigt bis zum Beginn der Verfüllmaßnahmen im November 2016, insbesondere für die Öffnungsweite, einen vom Jahresgang beeinflussten Messwertverlauf. So steigen bis zum Oktober 2016 die Verschiebungswerte jedes Jahr jeweils in den Wintermonaten deutlich an und sinken im Sommerhalbjahr wieder auf ungefähr den Ausgangswert zurück. Dabei zeigt sich jährlich eine kontinuierliche Zunahme der maximalen Öffnungsweiten, bis Mitte März 2016 auf maximal 1,7 mm. Nachdem sich die Öffnungsweite Anfang Oktober 2016 wieder im Bereich des Nullpunkts befand, erfolgte ein steiler Wiederanstieg der Öffnungsweite auf 1,1 mm bis zum 15.11.2016 mit einer Verschiebungsrate von 8,8 mm/a. Dann wurde während der Erstellung der Stützbauwerke bis Mitte Dezember 2016, entgegen des jahreszeitlich zu erwartenden Verlaufs, ein kurzzeitiger Rückgang der Rissöffnungsweite auf 0,6 mm registriert. Anschließend steigt die Rissöffnungsweite deutlich langsamer bis Mitte Februar wieder auf 1,0 mm an. Dem nun wieder

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 164
-------------------------------------------------	------------

dem Jahresgang folgenden Rückgang auf 0,2 mm Öffnungsweite bis Ende August 2017 folgt bis zum 22.01.2018 ein Wiederanstieg der Rissöffnungsweitenverschiebung auf 0,9 mm mit einer Rate von 1,8 mm/a. Die Raten der Scher- und Höhenversatzverschiebungen bewegen sich im gleichen Zeitraum mit Werten von 0,9 mm/a bzw. 0,3 mm/a auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

### **Konvergenzmessungen**

Im September 2004 wurde in der nördlichen Richtstrecke nach Osten der Konvergenzmessquerschnitt K6 eingerichtet (s. Anhang 14.1 auf Blatt 431). Der Konvergenzmessquerschnitt K5 in der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten ist 2015 durch die Verfüllung der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten entfallen (s. [15]).

Die zuletzt an Konvergenzmessquerschnitt K6 am 01.11.2017 bestimmte vertikale Konvergenzrate beträgt 9,3 mm/a und liegt nur geringfügig oberhalb der Messung vom 04.02.2017 mit 9,1 mm/a. Die zur Jahresmitte 2017 erhobene Rate (15.05.2017) zeigt sich mit 16,4 mm/a leicht unterhalb des Vorjahreswerts (29.07.2016 mit 16,6 mm/a) (s. Anhang 14.3 auf Blatt 433).

Die Konvergenz- bzw. Verformungsraten an Konvergenzmessquerschnitt K6 gehen insgesamt konform mit den üblichen Schwankungen der seit 2004 fortlaufend erfassten Konvergenzentwicklung.

### **Firstkontrollbohrungen**


Im August 2012 wurden im Bereich der nördlichen Richtstrecke nach Osten drei vertikale Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 750-05 bis 750-07) erstellt. Zur Überprüfung der Firste im Bereich unterhalb der A-Sohle wurden im November 2013 die vertikale Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-31 und die mit 30,7° in Richtung Südosten ansteigende FKBrg. 750-32 gestoßen (s. Anhang 14.1 auf Blatt 431). Darüber hinaus wird die im Jahre 2004 für Spannungssondierungen erstellte Erkundungsbohrung R7-3 in die Bohrlochkamerainspektion einbezogen. Alle aufgeführten Firstkontrollbohrungen wurden zuletzt am 18.12.2017 inspiziert.

In den letzten Befahrungen der Firstkontrollbohrungen FKBrg. 750-05, -06 und -07 sowie der Erkundungsbohrung R7-3 zeigen diese Bohrungen beanspruchte Konturen, aber weiterhin keine offenen Risse. Der durchfeuchtete Bereich in der Bohrung R7-3 hat sich im Vergleich zur Vormessung nicht vergrößert.

Die Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-31 durchteuft die mit Sorelbeton A 1 verfüllte Strecke auf der A-Sohle im Bereich von 2,4 m bis 4,6 m Bohrlochteufe und endet bei 5,0 m wieder im anstehenden Salz. In den Bohrlochabschnitten vor und nach dem Übergang wurden Auflockerungen in Form von Rissen mit Öffnungsweiten von 2 bis 8 mm festgestellt (s. Anhang 14.4, Bilder 42 bis 45, auf Blatt 434).

In der Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-32 befindet sich der Übergang Steinsalz–Sorelbeton bei 4,5 m und der Übergang Sorelbeton–Steinsalz bei 7,2 m Bohrlochteufe. Im nordwestlichen Bereich sind ab 4,1 m Bohrlochteufe bis zum Übergang in den Sorelbeton starke Auflockerungen und Rissbildungen an der Bohrlochkontur erkennbar. Somit besteht kein kraftschlüssiger Übergang vom Steinsalz zum Sorelbeton (s. Anhang 14.4, Bilder 46 bis 47, auf Blatt 435). Der Übergang vom Sorelbeton zum Steinsalz bei 7,2 m Bohrlochteufe erfolgt nahezu bündig (s. Anhang 14.4, Bild 48 auf Blatt 435).

Die zwei in die A-Sohle im westlichen Eingangsbereich des Standorts gestoßenen Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 750-31 und FKBrg. 750 32) belegen eine geringe Schwebenmächtigkeit von etwa 2,4 m, wobei die Schwebe ab einem Konturabstand von etwa 2,0 m diverse Risse und Auflockerungen aufweist. Es zeigen sich keine erkennbaren Veränderungen an den Bohrungen im Vergleich zur Inspektion vom Januar 2017.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 165

### ***Firstextensometer***

Zur detaillierteren Überwachung im Bereich der ehemaligen Kfz-Werkstatt wurden von Dezember 2012 bis Januar 2013 sechs Zweifach-Extensometer (Ankerpunkte bei 2,0 m und 4,0 m) in der Firste instrumentiert (Anhang 14.1 auf Blatt 431). An den Kopfpunkten der fünf Extensometer FiEx 750-01 bis FiEx 750-05 wird die Temperatur in einer Bohrlochteufe von 0,4 m erfasst. Bei den Extensometermessungen beträgt die Messunsicherheit 0,1 mm und bei den Temperatursensoren 1 K.

Vor der Instrumentierung erfolgte eine Videoinspektion in allen Bohrungen. In der Bohrung FiEX-Brg. 750-04 zeigten sich an der nordwestlichen Bohrlochkontur aufgelockerte Bereiche in den Bohrlochabschnitten von 2,4 m bis 2,5 m und von 5,3 m bis 5,4 m. Es ist davon auszugehen, dass ein Riss, welcher mit Fissurometer 025F überwacht wurde, durch diese Bohrung angeschnitten wurde. Dieser mit Fissurometer 025F sowie Extensometer FiEx 750-04 überwachte Riss wurde Ende Oktober 2016 vollständig durch ein firstbündiges Stützbauwerk aus Sorelbeton unterfangen, wobei die Messfunktionen von FiEx 750-04 erhalten blieben. In den anderen fünf Bohrungen wurden keine geöffneten Risse oder aufgelockerten Bereiche festgestellt.

Bedingt durch die Erstellung des Stabilisierungsbauwerks unterhalb von Firstextensometer FiEx750-04 erfolgte vom 25.11.2016 bis 08.12.2016 am 4-m-Ankerpunkt ein sprunghafter Anstieg der Dehnung von 2,3 mm auf 4,8 mm (s. Anhang 14.5, Bild 49 auf Blatt 436). Anschließend sinkt die Dehnung kontinuierlich und verringert sich auf zuletzt knapp 4,0 mm im Januar 2018. Auch am 2-m-Ankerpunkt steigt während der Verfüllung die Gesamtdehnung von 0,2 mm auf 1,8 mm um danach bis Januar 2018 auf 0,7 mm abzusinken. Die Temperatur steigt im Verlauf der Verfüllmaßnahme signifikant von 31 °C auf max. 76 °C am 01.12.2016 an und beträgt im Januar 2018 noch ungefähr 30 °C.


Zeitgleich mit den Betonagetätigkeiten steigt am randlich des Stabilisierungsbauwerks gelegenen Firstextensometer FiEx750-03 die Gesamtdehnung am 4-m-Ankerpunkt signifikant von etwa 4,8 mm am 02.12.2016 auf 5,4 mm am 13.12.2016 an (s. Anhang 14.5, Bild 50 auf Blatt 436). Danach sinkt die Dehnung bis Ende Januar 2018 auf etwa 5,1 mm ab. An dem 2-m-Ankerpunkt zeigt sich weiterhin keine signifikante Dehnung.

Am 4-m-Ankerpunkt des direkt östlich des Stabilisierungsbauwerks befindlichen Firstextensometers FiEx750-05 steigt im Zeitraum der Betonagearbeiten die Dehnung von 5,4 mm am 01.12.2016 sprunghaft auf 5,6 mm am 09.12.2016 an (s. Anhang 14.5, Bild 51 auf Blatt 437), bis Ende Januar 2018 bleiben die Werte auf diesem Niveau. Synchron dazu steigt dort auch am 2-m-Ankerpunkt die Dehnungsbewegung von 1,5 mm am 01.12.2016 bis zum 09.12.2016 auf insgesamt 1,6 mm an, bis Ende Januar 2018 ist die Gesamtdehnung wieder auf 1,5 mm gesunken.

Nach einem letzten Anstieg der am 4-m-Ankerpunkt des Firstextensometers FiEx750-06 erfassten Dehnungsbewegungen bis zum 29.09.2016 auf 2,2 mm stagnieren dort die Werte bzw. sinken bis Ende Januar 2018 leicht auf 2,0 mm ab. Auch am 2-m-Ankerpunkt erfolgt der letzte Anstieg der Gesamtdehnung bis zum 29.06.2016 auf 0,9 mm, seitdem schwanken die Dehnungswerte jahreszeitlich beeinflusst, gegen Ende Januar 2018 liegt der Wert der Gesamtdehnung bei etwa 0,4 mm (Anhang 14.5, Bild 52 auf Blatt 437).

### ***Firstnivellement***

Das Firstnivellement wird seit Januar 2013 an den gesetzten Firstnivellementpunkten FN 750-14, FN 750-15 und FN 750-17, der Kopfplatte der Firstextensometer FiEx 750-01 bis FiEx 750-06 und an festgelegten Punkten der Fissurometer F025 (FN 750-16) und F026 (FN 750-34) zur Ermittlung erhöhter bzw. ungleichmäßiger Firstsenkungen im stark durchbauten Bereich des ehemaligen Standorts der Misch- und Pumpanlage 30BA durchgeführt (s. Anhang 14.6 auf Blatt 438). Um Unterschiede in den

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 166
-------------------------------------------------	------------

Firstsenkungen erkennen zu können, werden die Nivellementpunkte einem in der Firste vermarkten Bezugspunkt außerhalb des Monitoringbereiches (hier FN 01/750, NW des Füllorts Schacht 2, 750-m-Sohle [3]) gegenübergestellt und bewertet. Die Messungenauigkeit beträgt 0,3 mm. Durch die Betonage des Stabilisierungsbauwerks im nordwestlichen Teil der Streckenaufweitung sind die Nivellementpunkte FiEx750-04 und FN16 seit Oktober 2016 entfallen.

Bis zum 15.02.2018 wurden im Monitoringbereich Gesamtsenkungen in einer Bandbreite von 76 mm (an FN 750-34 und FiEx 750-06) bis 83 mm (an FN 750-17) ermittelt. Die zu diesem Zeitpunkt ermittelten durchschnittlichen Absenkungsraten schwanken von minimal 15,2 mm/a an FiEx 750-06 bis maximal 16,4 mm/a an FN 750-17 und FiEx 750-01.

### **Georadarmessungen**

Im Januar 2014 wurden im Monitoringbereich Georadarmessungen an diversen Profilen in der nördlichen Richtstrecke und der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie auf dem verbindenden Querschlag im Osten durchgeführt [83].

In der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurden Reflexionsstrukturen erfasst, die der dort verlaufenden A-Sohle zugeordnet werden. Weitere sichtbare Reflexionsstrukturen erwiesen sich als lokal bzw. lateral nicht lang aushaltend und stellen keine akute Gefährdung dar.


### **Bewertung der Ergebnisse**

Die Entfestigungserscheinungen in der nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle resultieren aus dem ursprünglich hohen Durchbaugrad sowie dem geringen Anteil an tragfähigen Gebirgsbereichen im Umfeld des Standorts sowie durch die Lage im Einflussbereich zwischen zwei Abbaufeldern. Auch die offensichtlich erheblichen Resthohlräume, insbesondere im Abbau 4a/750 (Na2), welche erst 2017 erkundet und verfüllt wurden, haben zur Entfestigung beigetragen.

Bereits Ende 2016 wurden der Südstoß sowie der Kleinpfeiler am westlichen Nordstoß im Bereich der Streckenaufweitung vollständig durch Sorelbeton stabilisiert. Ebenso erfolgte eine firstbündige Betonage der nordwestlichen Hälfte der Streckenaufweitung bis Dezember 2016. Zur weiteren Stabilisierung erfolgte von Oktober bis November 2017 entsprechend Anhang 14.7 auf Blatt 439 die Verfüllung des in Abbau 4a (Na2) erkundeten Firstspalts mit Sorelbeton. Darüber hinaus wurde im Mai 2017 die Sohle im Bereich des Pausenplatzes mit Sorelbeton ertüchtigt. Im Dezember 2017 wurde der deutliche Abschalungen aufweisende Nordstoß der nördlichen Richtstrecke nach Osten, zwischen Wettertor und Abzweig der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten, nachgeschnitten.

Die Monitoringergebnisse der Firstextensometer belegen 2017 im Bereich der Firste überwiegend eine degressive bis stagnierende Entwicklung der Dehnungsbewegungen für die 2-m und 4-m-Ankerpunkte. Insbesondere an den Ankerpunkten, an denen während der Verfüllmaßnahmen im November 2016 deutliche Anstiege zu verzeichnen waren, liegen rückläufige bzw. stagnierende Dehnungsbewegungen vor. Die Messwerte an den nicht von der Verfüllung beeinflussten Extensometern zeigen weiterhin jahreszeitlich bedingte Schwankungen auf niedrigem Niveau. Der an Fissurometer 026F zu beobachtende Trend mit jährlich ansteigenden Phasen erhöhter Rissöffnungsweiten wurde während der Verfüllmaßnahmen November 2016 unterbrochen. Im Verlauf des Jahres 2017 hat sich dort wieder ein jahreszeitlich bedingter Verlauf eingestellt, jedoch mit deutlich geringeren Verschiebungswerten der Öffnungsweite als vor der Verfüllung. Die im November 2017 ermittelten Firstnivellementraten liegen überwiegend geringfügig oberhalb des Niveaus der im Vorjahresbericht erfassten Raten, wobei die Werte insgesamt näher zusammen liegen. Die Gipsmarke zeigt weiterhin keinen Riss.




Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 167

Die seit 2015 insbesondere im Bereich der verfüllten 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie im Umfeld des Abbaus 4a (Na2)/750 registrierten mikroseismischen Ereignisse sind im Zusammenhang mit durchgeführten Betonagen zu betrachten (s. Abschnitt 2.4.4.6 auf Blatt 49).

## Fazit

Bis Ende 2017 wurden die für den Monitoringbereich empfohlenen Stabilisierungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen weitgehend umgesetzt [84]. Die gebirgsmechanische Schädigung im Monitoringbereich hat sich 2017 nur geringfügig fortgesetzt. Insbesondere an den Extensometern sowie an dem Fissurometer liegen überwiegend degressive bis stagnierende Verläufe der Dehnungs- bzw. Verschiebungswerte vor. In der von tiefgreifenden Rissen durchzogenen Firse des westlichen Zugangsbereichs der Streckenaufweitung, unterhalb der A-Sohle, ist aktuell keine zunehmende Schädigungsentwicklung erkennbar. Dennoch ist dort die Umsetzung der noch ausstehenden Ankerung zu empfehlen.

Aufgrund der durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen wird die Gebrauchstauglichkeit für die verbliebene Strecke inklusive des Pausenplatzes aktuell als gegeben angesehen, jedoch ist die Schädigungsentwicklung weiterhin intensiv zu beobachten. Im weiteren östlichen Verlauf der nördlichen Richtstrecke nach Osten wird eine Sanierung der starken Entfestigungserscheinungen unterliegenden Stöße empfohlen.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 168

## 5 Salzlösungsmonitoring

Auf der Schachtanlage Asse II ist seit 1988 ein Lösungszutritt aus dem Deckgebirge nachgewiesen. Ein Lösungszutritt birgt immer die Gefahr des Ersaufens des Grubengebäudes.

Daher wird das Grubengebäude durch den Grubenbetrieb und die Standortüberwachung engmaschig überwacht und an allen bekannten, relevanten Stellen wird die austretende Lösung gesammelt, mengenmäßig erfasst und hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung untersucht. Hierdurch können Veränderungen hinsichtlich der In-situ-Eigenschaften, Menge und Lösungszusammensetzung frühzeitig erkannt werden, die auf eine das Grubengebäude gefährdende Entwicklung des Lösungszutritts hindeuten (abnehmende Dichte und Temperatur bzw. Verringerung der gelösten Komponenten). Im Rahmen des Jahresberichtes der Standortüberwachung wird in diesem Kapitel ein Überblick über die wichtigsten Ereignisse im Jahr 2017 gegeben.

Eine ausführliche Beschreibung mit Darstellungen zu den einzelnen Lösungssammelstellen hinsichtlich Menge und Zusammensetzung der gesammelten Lösungen wird im gesonderten Salzlösungsmonitoringbericht 2017 erstellt.

### 5.1 Überwachung des Salzlösungszutritts

Die Standortüberwachung im Betrieb der Schachtanlage Asse II führt ein Programm zur Überwachung der im Grubengebäude austretenden Salzlösungen durch. Bei diesem Salzlösungsmonitoring werden Beobachtungen und gewonnene Daten des betrieblichen Lösungsmanagements, der Standortüberwachung und des Strahlenschutzes berücksichtigt. Stellen, an denen Lösungen beobachtet, aufgefangen und/oder gesammelt werden, sind im Salzlösungskataster und in Berichten der Standortüberwachung dokumentiert.

Zur Überwachung der Salzlösungen gehören Routinekontrollen vom Betrieb, der Standortüberwachung und des Strahlenschutzes mit täglichen bzw. wöchentlichen Messungen von Temperatur und Dichte der Lösungen. Im Rahmen des Lösungsmanagements des Betriebes werden täglich Daten zur Temperatur und Dichte der Lösungen relevanter Lösungssammelstellen und die Menge der aufgefangenen Lösungen über Schüttungsmessungen, Füllstandsmessungen von Auffang-, Sammel- und Transportbehältern sowie Abpumpmengen erfasst. Das Sachgebiet „Geologische und Hydrologische Messungen“ führt in Zusammenarbeit mit dem Qualitätssicherungslabor und dem Strahlenschutz routinemäßig wöchentliche, 14-tägige und monatliche Kontrollbeprobungen und chemische Analysen an für die Überwachung des Lösungszutritts relevanten Lösungssammelstellen durch. Dabei werden vor Ort Parameter der Lösung (Temperatur, Dichte, Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxspannung und Viskosität) und Umgebungsparameter der Lösungssammelstellen (Lufttemperatur, Luftdruck, relative und absolute Luftfeuchtigkeit sowie Gesteinstemperatur) erfasst und dokumentiert. Die chemischen Analysen erfolgen nach Freigabe der Proben durch den Strahlenschutz.

Im Jahr 2017 wurden im Qualitätssicherungslabor der Schachtanlage Asse II insgesamt 292 Proben (2016: 367 Proben) zur Überwachung und Kontrolle der Lösungszusammensetzung chemisch analysiert. 242 zusätzliche Proben (245 im Vorjahr) wurden im akkreditierten Labor der Fa. K-UTEC, Sondershausen, untersucht. 86 Proben (99 im Jahr 2016) wurden im Labor des Instituts für Endlagerforschung der TU Clausthal analysiert. Im Auftrag des BfS bzw. der BGE gingen 67 weitere Proben zur Qualitätssicherung an die GRS Braunschweig zur Analyse (91 im Jahr 2016).

Die Ergebnisse der chemischen Analysen von der Lösung aus der Hauptauffangstelle im Bereich der 658-m-Sohle (L658008) ergaben bei gleichbleibenden Fassungsraten bei den Gehalten von Natrium,

Kalium, Calcium, Magnesium Chlorid und Sulfat sowie bei den Spurenelementen keine signifikanten Veränderungen. An der Fassungsstelle P725004 auf der 725-m-Sohle wurde eine Trendumkehr in den Raten registriert (s. Abbildung 5.3 auf Blatt 170). Seit etwa September 2017 sind die Raten ansteigend. In 2017 wurden außerdem Schwankungen der Fassungsraten am Rolloch 2 aufgezeichnet. Eine ausführliche Darstellung und Dokumentation dieser Ergebnisse erfolgt mit dem separaten Salzlösungsmonitoringbericht 2017 der Standortüberwachung.

## 5.2 Aufgefangene Salzlösungsmengen in der Südflanke

In der Schachanlage Asse II wurden 2017 ca. 4.433 m<sup>3</sup> (2016: 4.550 m<sup>3</sup>, 2015: 4.545 m<sup>3</sup>) Salzlösungen im Bereich der Südflanke aufgefangen. Hinzu kommen ca. 148 m<sup>3</sup> (2016: 111 m<sup>3</sup>, 2015: 97 m<sup>3</sup>) aus dem Bereich der Nordflanke (inklusive der auf der 800-m-Sohle aufgefangenen Lösungen von der 750-m-Sohle). In Summe wurden im gesamten Grubengebäude im Jahr 2017 ca. 4.581 m<sup>3</sup> Salzlösung gesammelt. Das sind rund 80 m<sup>3</sup> weniger als im Jahr 2016 (4.661 m<sup>3</sup>). Die im Bereich der Hauptsammelstelle (L658008) auf der 658-m-Sohle gesammelten Lösungen wurden an einen externen Verwerter abgegeben. Im Jahr 2017 waren dies 4.289 m<sup>3</sup> Lösung (in das Bergwerk Mariagluck wurden 2016: 4.424 m<sup>3</sup>, 2015: 4.244 m<sup>3</sup> Lösung verbracht). Derzeit nicht abgabefähige Lösungen aus den Bereichen der 725-, 750- und 800-m-Sohle wurden bei der Verfüllung von Hohlräumen zur Herstellung von Sorelbeton A0 und A1 verwendet. Dabei wurden insgesamt rund 292 m<sup>3</sup> Zutrittslösung verwertet (2016: 398 m<sup>3</sup>, 2015: 433 m<sup>3</sup>).

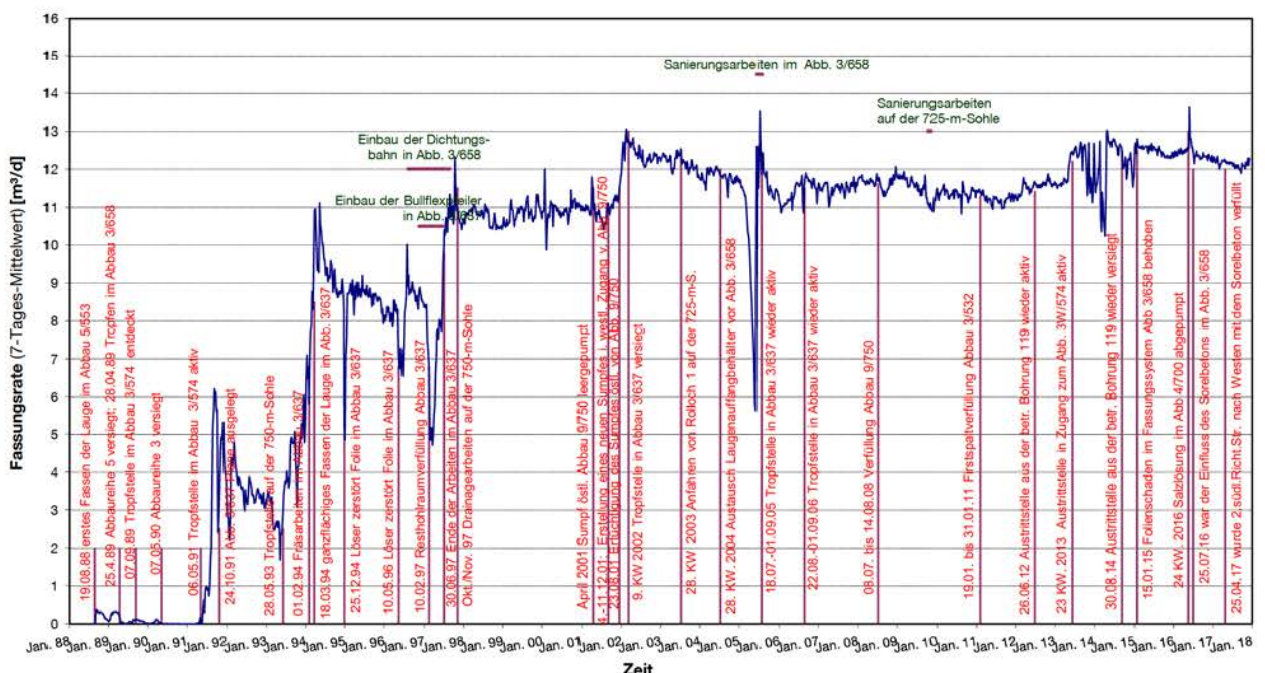


Abbildung 5.1: Fassungsrate im Baufeld der Südflanke (Wochenmittel)

Die Fassungsrate im Bereich des Baufeldes der Südflanke ab 1988 ist in Abbildung 5.1 dargestellt. Im Jahr 2017 lag hier die durchschnittliche Fassungsrate bei ca. 12,1 m<sup>3</sup>/d. Das sind 0,3 m<sup>3</sup>/d weniger als im Vorjahr. Die Entwicklung der Fassungsraten hat sich im Jahr 2017 insgesamt nicht verändert. Der Verlauf der aufgefangenen Mengen Lösung für das Jahr 2017 ist den Kurven in Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3 zu entnehmen. Im Bereich von Abbau 3/658 (L658008) lag die Fassungsrate mit geringer Schwankungsbreite im Mittel bei ca. 11,7 m<sup>3</sup>/d. Damit wurden im Mittel etwa 100 L/d weniger gefasst als 2016. Während im Jahr 2016 oberhalb der Hauptauffangstelle auf der 658-m-Sohle noch

etwa 0,9 L/d gefasst wurden, ging dies im Jahr 2017 auf einen Jahresmittelwert von ca. 0,3 L/d zurück. Die Fassungsrates im Bereich der 725-m-Sohle verringerte sich im Jahresmittel auf etwa 367 L/d. Damit wurden im Mittel 207 L/d weniger als 2016 gefasst. Ab September bis zum Jahresende 2017 stieg die Fassungsrates der Salzlösung auf der 725-m-Sohle von etwa 280 auf 500 L/d an. Die Rate der auf der 750-m-Sohle gefassten Lösung nahm mit ca. 43 L/d im Mittel im Vergleich zu 2016 weiter ab (2016: 63 L/d, 2015: 88 L/d).

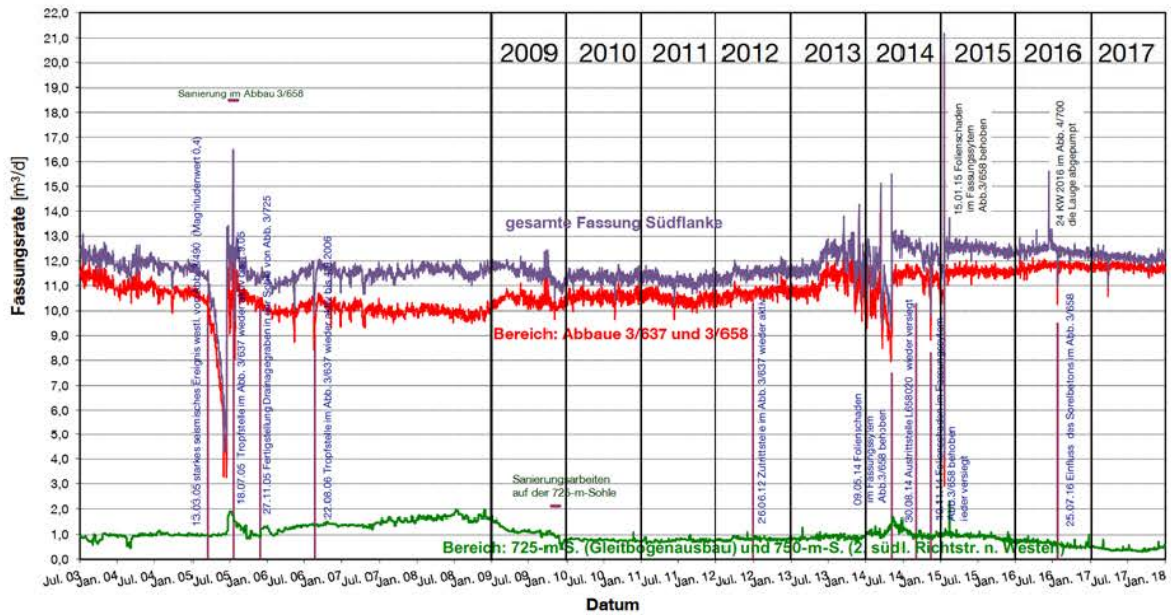


Abbildung 5.2: Fassungsrates im Bereich des Baufeldes der Südflanke auf der 553-, 574-, 637-, 658-, 725- und 750-m-Sohle

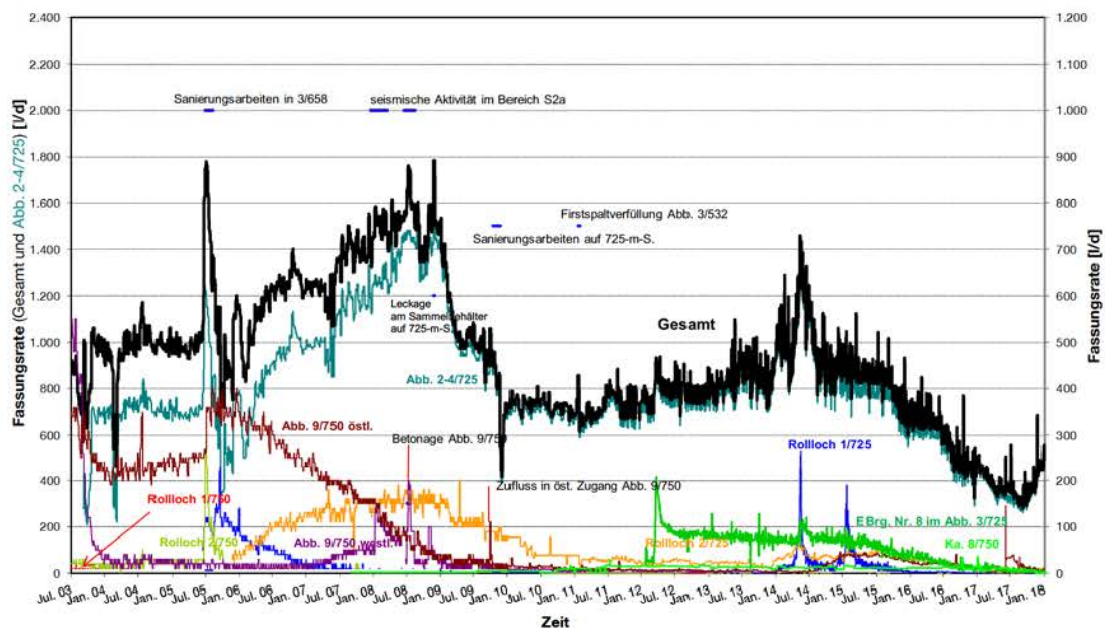
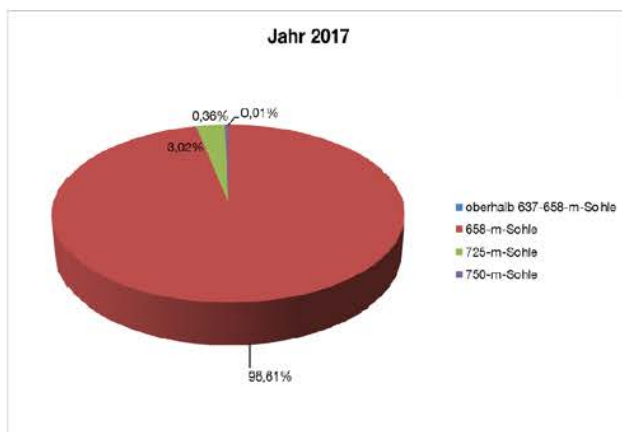
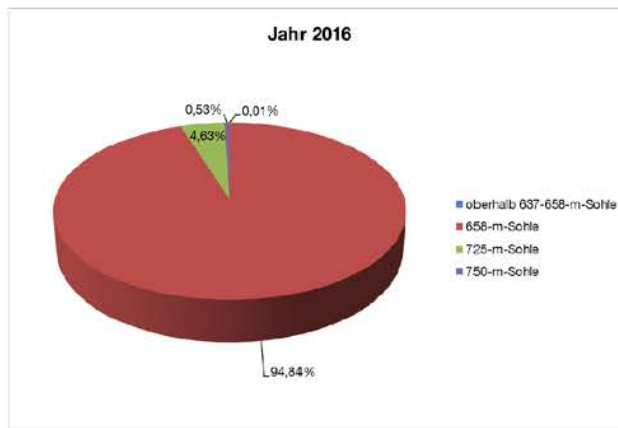
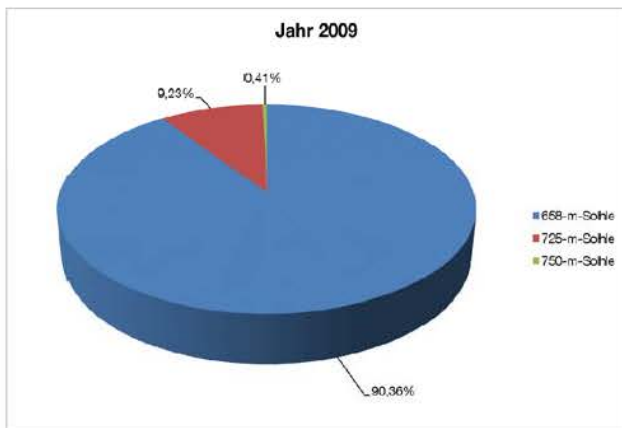


Abbildung 5.3: Fassungsrates im Bereich der Südflanke von der 725- und 750-m-Sohle

In Abbildung 5.4 ist die prozentuale Verteilung der täglich gefassten Lösungsmengen in der Südflanke dargestellt. Seit Juni 2013 werden auch Lösungen oberhalb der 637- und 658-m-Sohle gefasst, die 2017 lediglich noch einen Anteil von ca. 0,01 % der täglich im Bereich der Südflanke aufgefangenen

Lösungsmengen umfassen. Der größte Anteil der gefassten Lösungen in der Südflanke wird auf der 658-m-Sohle gesammelt (ca. 96,61 %). Auf der 725-m-Sohle werden im Bereich der Südflanke Lösungen gesammelt, die nicht im Bereich der 658-m-Sohle aufgefangen werden. Dieser Anteil ist gegenüber dem Vorjahr, wie in Abbildung 5.4 ersichtlich, weiter gesunken und liegt für das Jahr 2017 bei ca. 3,02 %, stellt aber aufgrund des Lösungspotentials gegenüber den Kalisalzbereichen weiterhin eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar. Auf der 750-m-Sohle werden noch ca. 0,36 % der Lösungen der Südflanke aufgefangen. Dies ist gegenüber 2016 eine Abnahme.



Jahr	Mittelwerte			
	oberhalb 637-658-m-Sohle	658-m-Sohle	725-m-Sohle	750-m-Sohle
	<i>l/d</i>			
2009	0	10.404	1.063	47
2010	0	10.571	751	30
2011	0	10.471	724	34
2012	0	10.695	782	36
2013	54	11.103	847	35
2014	23	10.962	1.040	37
2015	4	11.522	838	89
2016	1	11.753	574	66
2017	2	11.732	367	43

Abbildung 5.4: Prozentualer Anteil der täglich gefassten Lösungen auf den einzelnen Sohlen, bezogen auf die täglich gefasste Gesamtmenge in der Südflanke

Oberhalb der 637- und 658-m-Sohle, d. h. genauer auf der 553- und 574-m-Sohle (s. Abbildung 5.5) sind die Fassungsraten auch 2017 weiter zurück gegangen. Lediglich auf der 490-m-Sohle wurden zusätzliche geringe Mengen gefasst. Die Lösungsmenge im Abbau 3/658 ist nahezu konstant geblieben (s. Abbildung 5.6). Die hier noch 2014 zu beobachtenden deutlich schwankenden Fassungsraten (im Zusammenhang mit der im August 2014 versiegten Fassungsstelle L658020) sind, wie auch in den Vorjahren 2015 und 2016, nicht mehr zu beobachten. Die Meldeschwelle von 11,1 m<sup>3</sup>/d auf der 658-m-Sohle gilt bis zum 30.09.2017 als überschritten. Mit Zulassung des Hauptbetriebsplanes 2017/2019 (s.[85]) gelten seit dem 01.10.2017 neue Meldekriterien. Die Meldeschwelle liegt nun bei einem unteren Grenzwert von 11,3 m<sup>3</sup>/d sowie einem oberen Grenzwert von 12,1 m<sup>3</sup>/d und wurde im Bereichszeitraum für diesen Geltungsbereich auch eingehalten.

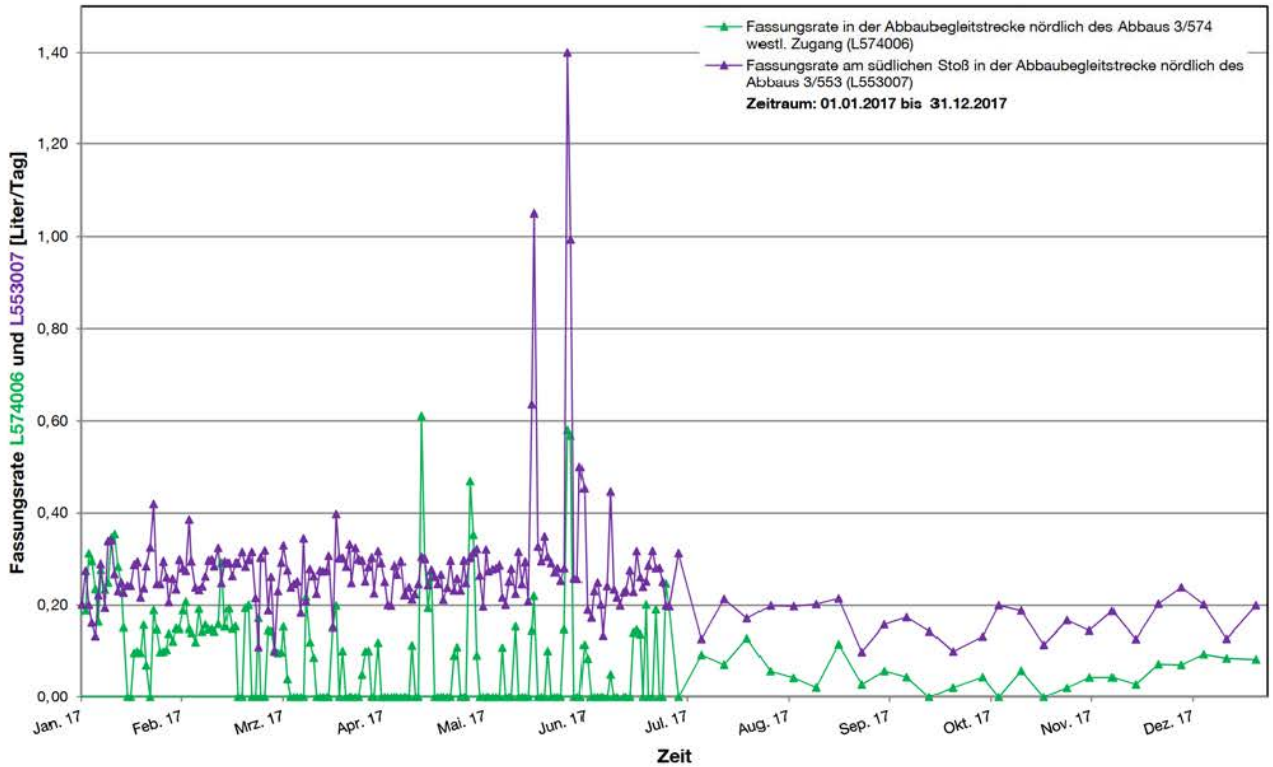


Abbildung 5.5: Fassungsrate aus dem Bereich 511-, 553- und 574-m-Sohle

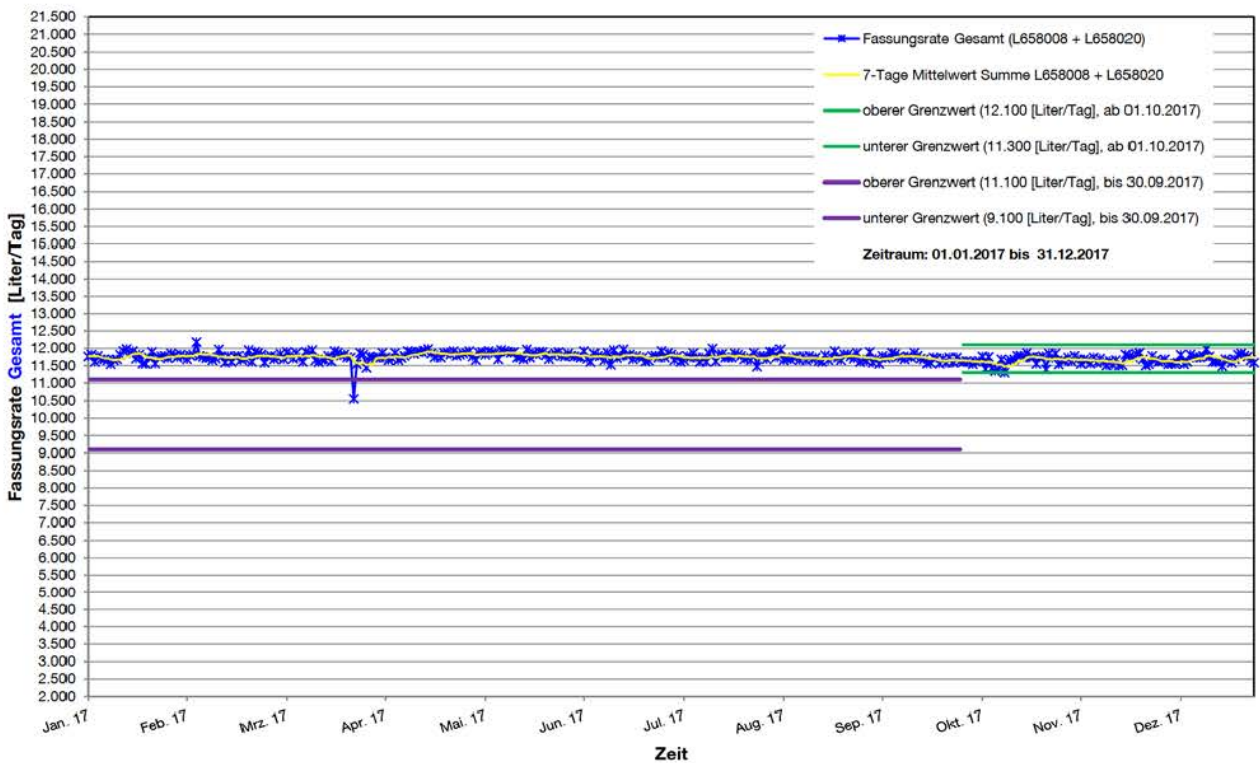



Abbildung 5.6: Fassungsrate aus dem Bereich 637- und 658-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 173

### 5.3 Lösungen in der Nordflanke

Im Bereich der Nordflanke wurde in der Vergangenheit an mehreren Sammelstellen in Sümpfen und Erkundungsbohrungen Lösung gefasst. Dabei wurden dort im Jahr 2016 insgesamt rund 111 m<sup>3</sup> gefasst. In 2017 gab es technische Veränderungen des Fassungssystems. Durch zusätzliche Bohrungen zur Lösungsfassung wurde 2017 die Fassungsmenge an der Nordflanke auf ca. 148 m<sup>3</sup> erhöht. Das entspricht einer Fassungsrate von 0,405 m<sup>3</sup>/d für 2017 während in 2016 die Fassungsrate 0,303 m<sup>3</sup>/d betrug (s. Abbildung 5.7).

Seit 2014 werden in zwei Bohrungen in der Nähe des Blindschachtes 4 (750-m-Sohle) regelmäßig Lösungen abgepumpt. Dort wurden 2014 rund 12,1 m<sup>3</sup>, 2015 rund 8,8 m<sup>3</sup>, 2016 rund 4,7 m<sup>3</sup> und 2017 rund 3,2 m<sup>3</sup> gefasst. Im Nordwesten (Bereich Reicheltsümpfe) wurde über Bohrungen 78,1 m<sup>3</sup> in 2017 und 2016 ca. 39,3 m<sup>3</sup> Salzlösung abgepumpt. Damit wurde in der Nordflanke 2017 insgesamt rund 81,3 m<sup>3</sup> Salzlösung über Bohrungen gefasst und abgepumpt. Das entspricht 54,9 % der Gesamtmenge der Nordflanke.

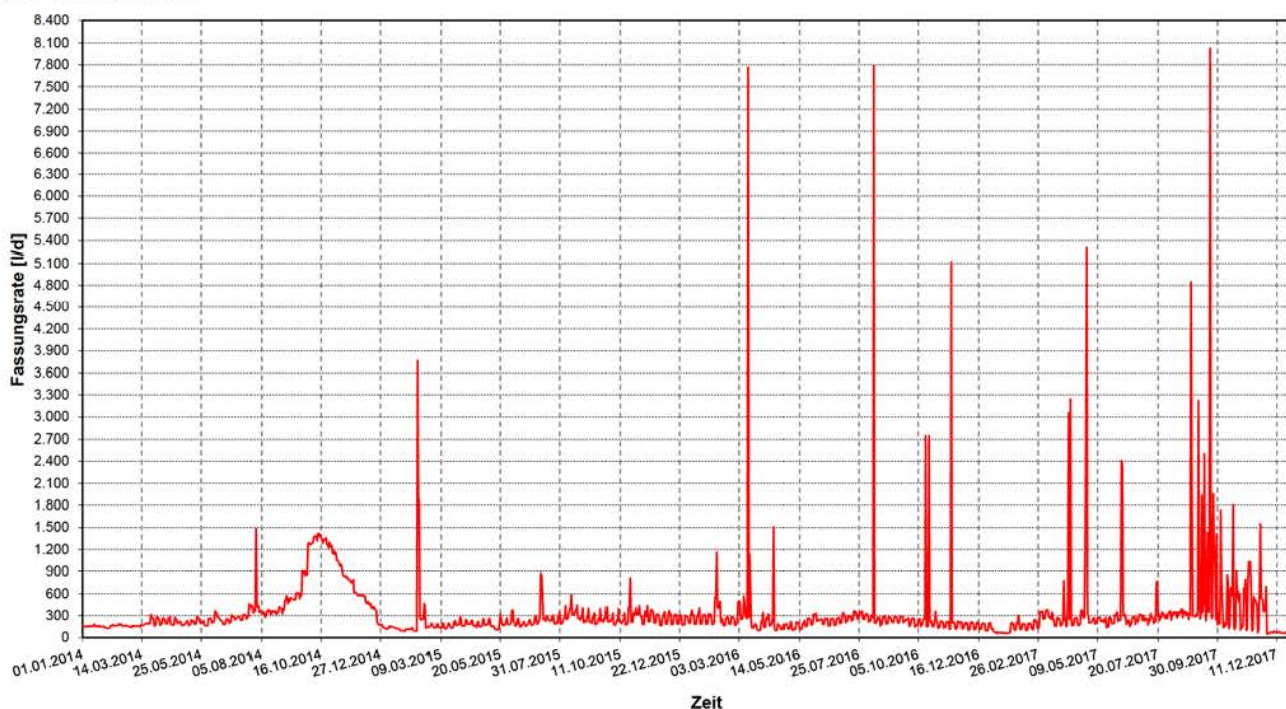



Abbildung 5.7: Fassungsrate aus dem Bereich der Nordflanke

### 5.4 Zusammenfassung

Im Jahr 2017 haben die Fassungsraten insgesamt gegenüber 2016 leicht abgenommen. Auf zwei Sohlen oberhalb der 637- und 658-m-Sohlen (553- und 574-m-S) wurden Lösungen gefasst, deren Mengen weiter zurückgegangen sind. Lediglich auf der 490-m-Sohle wurden zusätzliche Mengen gefasst. An der Lösung der Hauptauffangstelle auf der 658-m-Sohle wurden keine Veränderungen registriert. Auf der 725-m-Sohle wurde in 2017 eine Trendumkehr hin zu steigenden Fassungsraten registriert. 2017 lag der Mittelwert trotzdem noch unter dem von 2016. Auf der 750-m-Sohle wurde eine geringe Abnahme der Fassungsrate beobachtet. Die chemischen Analysen der überwachten Lösungen sind nahezu unverändert und zeigen keine signifikanten Abweichungen in ihrer Zusammensetzung. Alle


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 174

chemischen Analysen, In-situ- und Umgebungsparameter werden ausführlich im Salzlösungsbericht der Standortüberwachung 2017 dokumentiert.

Die Lösungsaustritte konzentrieren sich hauptsächlich auf die Abbaureihe 3. Das in der Abbaureihe 3 gefasste Lösungsvolumen machte 2017 etwa 99 % des gefassten Lösungsvolumens der gesamten Südflanke aus (2016 und 2015: 99 %). Dabei wurden 2017 allein rund 96,6 % der Lösung in der Südflanke im Abbau 3/658 gefasst (2016: 94,8 %, 2015: 92,5 %), während die Anteile der gefassten Lösung oberhalb und unterhalb von Abbau 3/658 rückläufig waren.

Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation und ggfs. geochemischer Lösungsprozesse kann jederzeit eine Verlagerung des Lösungszutritts oder eine progressive Entwicklung der Fassungsraten eintreten. Daher ist eine sichere Prognose zur Entwicklung des Lösungszutritts nicht möglich. Im Fall einer Verlagerung oder eines starken Anstiegs der Fassungsraten kann eine fast vollständige Fassung der Lösungen oberhalb der 750-m-Sohle nicht gewährleistet werden. Daher ist eine schnellstmögliche Herstellung der Notfallbereitschaft, die auch die Stabilisierung des Baufeldes an der Südflanke beinhaltet, weiterhin im Sinne einer Risikominimierung erforderlich.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 175
-------------------------------------------------	------------

## 6 Bau- und Versatzstoffe

Auf der Schachtanlage Asse II werden verschiedene Versatzstoffe zur Hohlraumreduzierung und damit zur Stabilisierung des Grubengebäudes sowie zur Abdichtung der Einlagerungsbereiche eingebracht. Alle verwendeten Baustoffe werden bei der Anlieferung und der Weiterverarbeitung überwacht. Dabei werden in der Anlieferung Untersuchungen vom Steinsalz, vom Magnesiumoxid, der Magnesiumchloridsole und an Injektionsmörteln durchgeführt. Bei der Verarbeitung unter Tage werden sowohl die Einzelkomponenten, als auch die Mischungen der Komponenten routinemäßig in Stichproben beprobt und hinsichtlich Zusammensetzung und Mischungsverhältnis untersucht. Auch das bei Nachschnitt- oder Aufwältigungsarbeiten gewonnene grubeneigene Salz wird vor und bei der Weiterverarbeitung zu Sorelbeton beprobt und untersucht.


Alle Komponenten der festen Baustoffe aus der Anlieferung und der Verarbeitung werden hinsichtlich Wassergehalt, Kornverteilung und Korndichte im Qualitätssicherungslabor der Schachtanlage Asse II untersucht und bewertet. Hinzu kommt die Ermittlung der Zitronensäurereaktivität des verwendeten Magnesiumoxids (MgO). Die Ergebnisse sind ein Maß für die Abbindefähigkeit des Materials. Außerdem wird die chemisch-mineralogische Zusammensetzung analysiert und das Mischungsverhältnis vom Vorprodukt des Sorelbetons (Salz und MgO) bestimmt.

Das Fertigprodukt (Sorelbeton) wird extern in der Materialprüfanstalt der TU Braunschweig hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften untersucht (Druckfestigkeit). An Sorelbetonproben von Bauwerken mit höheren Ansprüchen bzgl. der Festigkeit und Permeabilität werden zusätzlich noch Untersuchungen beim Institut für Gebirgsmechanik in Leipzig (IfG) und bei der Ingenieurpartnerschaft für Bergbau, Wasser- und Deponietechnik in Freiberg (IBeWa) durchgeführt. Das IfG ermittelt das Ersatzkompaktionsmodul, triaxiale Festigkeitsparameter, die Porosität und den Sättigungsgrad des Porenraumes. Bei der Fa. IBeWa werden die Gas- und Lösungspermeabilitäten sowie der Gaseindringdruck bestimmt.

Die gelieferte Anmischlösung für den Sorelbeton wird vom Lieferanten chemisch untersucht und vor der Einspeisung in die untertägigen Speicherbecken auf der 490-m-Sohle vom Qualitätssicherungslabor der Schachtanlage Asse II nochmals auf die chemische Zusammensetzung und Einhaltung der Anlieferungskriterien hin überprüft. Eine weitere Beprobung der Lösung erfolgt bei der Verarbeitung zum Sorelbeton direkt an den Misch- und Pumpanlagen unter Tage. Des Weiteren wird auch die verwendete Zutrittslösung für die Produktion des Sorelbetons A0 für die Verfüllung im Tiefenaufschluss vor sowie bei der Verarbeitung zum Sorelbeton beprobt und untersucht.

Neben der Beprobung der Einzelkomponenten des Sorelbetons werden baubegleitend Kontrollen der Frischbetoneigenschaften durchgeführt. Dabei werden an den Misch- und Pumpanlagen Sorelbetonsuspensionsproben aus dem Vorlagebehälter entnommen. Es werden dann unmittelbar das Fließbrinnenmaß, die Dichte, die Temperatur, die elektrische Leitfähigkeit und der Luftporengehalt der Frischbetonsuspension bestimmt und Proben für die Bestimmung der Festbetoneigenschaften und Beobachtung des Temperaturverlaufs beim Abbinden im Isolierbehälter hergestellt. Dabei werden auch Pumpendruck und eingestellte Leistung, der vorgegebene und eingestellte Lösungsanteil der Suspension sowie Daten zu den verwendeten Salzsarten zum Zeitpunkt der Probenahme dokumentiert.

Der Beprobungsumfang und die Häufigkeit der Beprobung wurde für die Bauwerksarten (Firstspaltverfüllung, Resthohlraumverfüllung, stützender Versatz, Widerlager und Strömungsbarrieren) in separaten QS-Programmen festgelegt und orientiert sich an den funktionalen Anforderungen an die Bauwerke.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 176

## 6.1 Qualitätssicherung der Bau- und Versatzstoffe

### 6.1.1 Magnesiumchloridlösung (Anmachflüssigkeit für Sorelbeton)

Für die Herstellung von Sorelbeton wird eine Magnesiumchloridsole (Anmachflüssigkeit) von Kali + Salz per LKW zur Schachanlage Asse II geliefert, die vor der Einleitung in die untertägigen Speicherbecken auf der 490-m-Sohle im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II übertägig untersucht und zur Verarbeitung freigegeben wird. Im Jahr 2017 wurden 483 LKW-Ladungen mit Magnesiumchloridsole bei der Anlieferung kontrolliert (2016: 623 LKW). Davon entsprachen 9 LKW-Ladungen nicht den Anforderungen bzw. konnten aufgrund von Ausfällungen nicht entladen werden und wurden abgewiesen. Bedingt durch Lieferschwierigkeiten wurden 6 LKW-Ladungen von einem zweiten Anbieter geliefert, um Produktionsausfälle zu vermeiden. Durch den Wechsel des Lieferanten 2014 wurde Lösung mit einem etwas geringeren Anteil an  $MgSO_4$  geliefert, der aber durch einen entsprechend hohen Anteil an  $MgCl_2$  ausgeglichen wurde, so dass die Dichte (bei 20 °C) der Lösung dieses Anbieters immer über rund  $1,32 \text{ g/cm}^3$  lag. Bei den 6 LKW-Ladungen des zweiten Anbieters waren die Gehalte an  $MgSO_4$  höher und die Dichte etwas unter  $1,32 \text{ g/cm}^3$ . Insgesamt konnten im Jahr 2017 die Anforderungen an die Anmachflüssigkeit damit eingehalten werden. Die bei den Kontrolluntersuchungen ermittelten Gehalte der fiktiven Komponenten und die Dichte sind in Tabelle 6.1 dargestellt:


Tabelle 6.1: Mittlere Zusammensetzung aus 474 LKW-Anlieferungen Anmachflüssigkeit für die Produktion von Sorelbeton im Jahr 2017

Fiktive Komponenten	Einheit	Minimum	Maximum	Mittelwert
$MgCl_2$	g/L	391,40	452,72	431,81
NaCl	g/L	3,79	8,71	4,95
KCl	g/L	0,49	5,64	1,74
$MgSO_4$	g/L	20,77	29,12	24,71
$CaSO_4$	g/L	0,05	0,24	0,10
Dichte (20 °C)	$\text{g/cm}^3$	1,314	1,351	1,336
Dichte (30 °C)	$\text{g/cm}^3$	1,310	1,347	1,333

Bei der Betonage der einzelnen Bauwerke wurde die Anmachflüssigkeit im Rahmen der Qualitätssicherung baubegleitend nochmals 360 mal beprobt und untersucht. Dabei konnten keine signifikanten Abweichungen zur Anlieferung festgestellt werden.

### 6.1.2 Magnesiumoxid (MgO; Basismaterial für die Sorelbetonherstellung)

Bei der Herstellung von Sorelbeton A0 und A1 wird als Binder MgO verwendet. Im Juni 2017 wechselte der Lieferant des MgO, welches von beiden Lieferanten per LKW geliefert wurde. Bei der Annahme der LKW-Lieferungen wird eine vom Lieferanten bei der Beladung des LKW genommene Querschnittsprobe untersucht. Dabei wird die Zitronensäurereaktivität des MgO im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II ermittelt. Liegt das Ergebnis innerhalb der geforderten Bandbreite von 100 bis 500 Sekunden beim Erreichen von pH 7, werden die LKW zur Entladung in die übertägigen Silos der Baustoffanlagen I und II freigegeben. 2017 wurden 220 LKW-Ladungen kontrolliert (2016: 305

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 177

LKW). Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 6.2 dokumentiert. Bei der Entladung in die Silos der Baustoffanlagen I und II werden in der Anlage nochmals automatisch Durchschnittsproben entnommen, an denen später Korndichte und -verteilung, Wassergehalt und Zitronensäurereaktivität sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung bestimmt werden. Zusätzlich werden bei der Verarbeitung des MgO unter Tage auch Proben an der Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle (20BA) entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen am MgO im Jahr 2017 dokumentieren eine gleichbleibend gute Qualität des gelieferten Materials.


Tabelle 6.2: Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am MgO aus der Anlieferungskontrolle und den Qualitätskontrollen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2017

Material	Anzahl der Untersuchungen	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Zitronensäurereaktivität (pH=7,0) [s]	Zitronensäurereaktivität (pH=8,6) [s]
		Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
Basismaterial (MgO)					
Anlieferungsprobe (L&V)/(Normag)	220	–	–	273	304
Eingangskontrolle Asse	216	0,161	3,498	249	278
Unter Tage Proben für Bauwerke	253	0,095	3,489	262	293

Bei der Betonage der einzelnen Bauwerke wurde das MgO im Rahmen der Qualitätssicherung baubegleitend nochmals 253 mal beprobt und untersucht. Dabei ist das MgO unter Tage trockener als bei der Anlieferung. Alle anderen Parameter zeigen dagegen keine signifikanten Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der Untersuchungen direkt aus der Anlieferung über Tage.

### 6.1.3 Steinsalz (Fremdsalz)

Bei der Firstspaltverfüllung und ausgewählten anderen Bauwerken wird für die Sorelbetonherstellung von der Firma Esco angeliefertes Steinsalz (Halit) verwendet. Die Anlieferung erfolgt seit 2014 per LKW in das Salzlager in Wendessen. Von dort erfolgt die weitere Anlieferung per LKW zur Schachanlage Asse II zur LKW-Annahmestelle für Salz. Im Jahr 2017 wurden insgesamt 6.927 t Salz auf die Schachanlage Asse II geliefert und davon ca. 1.733 t ungemischt mit der Baustoffanlage I über die Blasanlage nach unter Tage gefördert. Der Großteil des restlichen angelieferten Salzes wurde mit der Baustoffanlage II vor dem Fördern nach unter Tage mit MgO zum Vorprodukt für den Sorelbeton gemischt und nach unter Tage gefördert. Das restliche, nicht verarbeitete Salz lagert in den übertägigen Bunkern. Vom Lieferanten wird im Vorfeld die von der Eigenkontrolle ermittelte durchschnittliche mineralogische Zusammensetzung und der Wassergehalt übermittelt. Im Lager Wendessen erfolgen stichprobenartige Kontrollen der Anlieferung und regelmäßige Kontrollen des eingelagerten Salz-Schüttgutes. Die gewonnenen Proben werden im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II untersucht. Bei der Förderung des Salzes über die Blasanlage nach unter Tage zu den Misch- und Pumpenanlagen werden ebenfalls Proben entnommen und vom Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II untersucht. Bei den Untersuchungen wird Wassergehalt, Korndichte und

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 178

-verteilung sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung bestimmt. Die Mittelwerte der bei der Anlieferungskontrolle bestimmten Analyseergebnisse des Qualitätssicherungslabors der Schachanlage Asse II sind zur Übersicht in Tabelle 6.3 zusammengestellt. Alle Ergebnisse bewegen sich im Bereich der geforderten Qualitätskriterien. Das gelieferte Fremdsalz wird bei der Firstspaltverfüllung übertäglich mit MgO in der Baustoffanlage II gemischt und nach unter Tage zu den Misch- und Pumpanlagen geblasen. Das Fremdsalz wird daher nicht nochmals untertäglich beprobt. Bei Bedarf wird das Steinsalz auch für die Sorelbetonproduktion mit der untertägigen Baustoffanlage I, die auf der 700-m-Sohle installiert ist, verwendet, wo das Salz separat beprobt werden kann.

Der Transport des Steinsalzes für die Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle sowie des Vorproduktes (Salz und MgO) zu den semimobilen Baustoffanlagen unter Tage erfolgt pneumatisch. Da es hierbei zu Veränderungen der Kornverteilung kommt und für die Sorelbetonproduktion die Trockenkomponenten eine vorgegebene Kornverteilung einzuhalten haben, sind zusätzliche Untersuchungen der Kornverteilung erforderlich. Die Mittelwerte der bestimmten Laborparameter für das Jahr 2017 zeigt die Tabelle 6.3.


*Tabelle 6.3: Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am gelieferten Steinsalz aus der Anlieferungskontrolle und der baubegleitenden Beprobung unter Tage an der Baustoffanlage 20BA im Jahr 2017*

Material	Einzelproben	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ]
Steinsalz (über Tage Anlieferung)	23	0,084	2,169
Steinsalz (unter Tage 20BA)	2	0,013	2,168

#### 6.1.4 Eigensalz und Mischsalz zur Verwendung bei der Sorelbetonherstellung

Im Grubengebäude der Schachanlage Asse II fällt bei Nachschnitarbeiten, Aufwältigung und Auffahrung von Strecken Salz mit unterschiedlicher mineralogischer Zusammensetzung an. Das Salz wurde 2017 dabei 128 mal zur Qualitätssicherung vor der Verwendung beprobt, untersucht und bewertet. Je nach Zusammensetzung werden die Salzsorten gelagert und – abhängig von den Anforderungen an die zu erstellenden Bauwerke – bei der Herstellung von Sorelbeton verwendet. Dabei kommen folgende Salzsorten zum Einsatz: Steinsalz, carnallitisches Salz, inhomogenes Mischsalz aus Streckenaufwältigungen und Ronnenberg-Salz aus der Verfüllung der Südflanke (Fremdsalz von der Halde Ronnenberg). Je nach Zusammensetzung, Feuchtegehalt und Kornverteilung werden diese Salzsorten einzeln oder gemischt verwendet. Bei Bauwerken mit hohen Anforderungen bzw. bei der Firstspaltverfüllung kommt auch Fremdsalz aus der Anlieferung zum Einsatz. Seit dem 04.12.2017 kann auch Eigensalz über die Misch- und Pumpanlage 31BA zur Firstspaltverfüllung verwendet werden.

Das Salz wird an der Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle (20BA) gemischt und an der Anlage baubegleitend zu den einzelnen Bauwerken beprobt und im Qualitätssicherungslabor untersucht. Bei einer an der 20BA verarbeiteten Menge von ca. 22.708 t Eigensalz im Jahr 2017 wurden

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 179

baubegleitend zur Qualitätssicherung 246 Salzproben untersucht (s. Tabelle 6.4).

Tabelle 6.4: Zusammenfassung der Mittelwerte der Laborergebnisse von bei der Sorelbetonproduktion verwendeten Salzsorten im Jahr 2017

Material	Einzelproben	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ]
Vorlaufende Beprobung: Steinsalz, Mischsalz, carnallitisches Salz	156	0,082	2,161
Baubegleitende Beprobung: Steinsalz, Mischsalz, carnallitisches Salz	246	0,083	2,111


Mit kleinen Misch- und Pumpanlagen werden im Grubengebäude die Schalungsmauern von Abbauzügen, kleine Fundamente u. Ä. hergestellt, die nicht extra beprobt werden. Diese kleinen Pumpen werden mit dem Vorprodukt aus sogenannten MAT-Behältern über die Befüllanlage 50BA, die von der 20BA beschickt wird, versorgt. An der 50BA wurden 2017 mit dem Vorprodukt insgesamt ca. 2.471 t Salz in die MAT-Behälter gefüllt.

### 6.1.5 Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung

Die Mischung aus MgO (Binder) und Salz (Zuschlagsstoff), das sogenannte Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung, wird zur Qualitätssicherung routinemäßig in Stichproben an den Misch- und Pumpanlagen unter Tage beprobt und im Qualitätssicherungslabor untersucht. Dabei werden Wassergehalt, Korndichte und -verteilung, Zitronensäurereaktivität sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung und das Mischungsverhältnis ermittelt. Eine Übersicht über die Mittelwerte der Ergebnisse der Untersuchungen ist in Tabelle 6.5 zusammengefasst.

Tabelle 6.5: Zusammenfassung der Laborergebnisse der untersuchten Vorprodukte für die Sorelbetonproduktion im Jahr 2017


Material	Anzahl der Untersuchungen	Wassergehalt [%] Mittelwert	Korndichte [g/cm <sup>3</sup> ] Mittelwert	Zitronensäurereaktivität (pH=7,0) [s] Mittelwert	Zitronensäurereaktivität (pH=8,6) [s] Mittelwert
Vorprodukt A0	8	0,260	2,259	96	223
Vorprodukt A1	352	0,173	2,253	181	325

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 180

## 6.2 Sorelbetonproduktion

### 6.2.1 Qualitätssicherung der Zusammensetzung des Sorelbetons

Im Jahr 2017 sind mit den Baustoffanlagen 1 und 2 im Grubengebäude der Schachanlage Asse II etwa 22.559 m<sup>3</sup> Sorelbeton zur Hohlraumverfüllung hergestellt und verpumpt worden (2016: 32.215 m<sup>3</sup>). Alle verbauten Massen der Einzelkomponenten und das sich daraus ergebende Volumen von Sorelbeton wurden in der Qualitätssicherungs- und Mengenerfassungsanlage (QMA) erfasst und dokumentiert. Zusätzlich wurden ca. 1.536 m<sup>3</sup> Sorelbeton mit kleinen Misch- und Pumpanlagen bei der Erstellung von Schalmauern, Fundamenten, Bohrlochverfüllungen und anderen kleinvolumigen Verfüllungen hergestellt. Weiterhin konnten mit der Misch- und Pumpanlage BAK ca. 614 m<sup>3</sup> Sorelbeton hergestellt werden, wobei radiologisch belastete Zutrittslösungen im Sorelbeton verarbeitet wurden. Für die unterschiedlichen Anforderungen an die Verfüllungen hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften und der Permeabilitäten wurden differenzierte Vorgaben für die Mischungsverhältnisse von Salz (Zuschlagsstoff), Basismaterial (Binder) und Anmachflüssigkeit festgelegt. Anhand der in der QMA erfassten Daten ist eine ständige Kontrolle der Einhaltung festgelegter Bandbreiten für den Sorelbeton gegeben. Die vorgegebenen Rezepturen wurden im Jahr 2017 eingehalten. Die im Jahr 2017 verbauten Massen, Volumina und die durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons, die über die QMA

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 181

erfasst wurden, sind in Tabelle 6.6 und Tabelle 6.7 zusammengefasst.

Tabelle 6.6: Übersicht der verbauten Gesamtmassen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2017

Projekt	Sorel- beton [m <sup>3</sup> ]	Vor- produkt [t]	Salz [t]	Basis- material [t]	Anmach- flüssigkeit [m <sup>3</sup> ]	Zutritts- lösung [m <sup>3</sup> ]
Firstspaltverfüllung	6.129	9.000	7.650	1.349	2.238	–
Resthohlraumverfüllung A1	10.726	15.498	13.179	2.319	4.021	–
Resthohlraum mit Sorel A0	711	1.007	813	194	127	118
Stützender Versatz	2.697	3.952	3.357	595	995	–
Widerlager	346	503	427	76	128	–
Strömungsbarrieren	1.839	2.715	2.305	410	659	–
Sonstige	110	162	138	24	43	–
<b>Gesamtsumme</b>	<b>22.559</b>	<b>32.837</b>	<b>27.870</b>	<b>4.967</b>	<b>8.212</b>	<b>118</b>

Tabelle 6.7: Durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons im Jahr 2017


Projekt	Salz	MgO	Anmachflüssigkeit*
Firstspaltverfüllung	63,8 Gew.-%	11,3 Gew.-%	24,9 Gew.-%
Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton A1	63,2 Gew.-%	11,1 Gew.-%	25,7 Gew.-%
Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton A0	61,6 Gew.-%	14,7 Gew.-%	23,7 Gew.-%
Stützender Versatz	63,5 Gew.-%	11,3 Gew.-%	25,2 Gew.-%
Widerlager	63,3 Gew.-%	11,3 Gew.-%	25,4 Gew.-%
Strömungsbarrieren	64,1 Gew.-%	11,4 Gew.-%	24,5 Gew.-%
Sonstiges	62,8 Gew.-%	11,1 Gew.-%	26,1 Gew.-%
<b>Gesamtmittelwert</b>	<b>63,4 Gew.-%</b>	<b>11,3 Gew.-%</b>	<b>25,3 Gew.-%</b>

\* Bei Sorelbeton A0, Anmachflüssigkeit und Zutrittslösung

## 6.2.2 Qualitätssicherung der Frischbetonsuspension und der Einzelkomponenten

Für die Sicherstellung gleichbleibender Qualität und guter Verpumpbarkeit des Sorelbetons werden direkt an den Misch- und Pumpanlagen regelmäßig Proben zur Kontrolle der Suspensionseigenschaften entnommen. Dazu werden aus dem Vorlagebehälter der jeweiligen Anlage Proben zur Untersuchung der Frischbetoneigenschaften entnommen. Es werden folgende Parameter der Frischbetonsuspension bestimmt und in Arbeitsprotokollen dokumentiert: Fließrinnenmaß, Temperatur, Dichte, Luftporengehalt und Leitfähigkeit.

Im Vorfeld der Probenahme der Frischbetonsuspension werden Proben vom verwendeten Salz, Basis-material und der Anmachflüssigkeit - sowie bei der Sorelbeton-A0-Produktion auch von der Zutrittslösung - genommen und zur Untersuchung ins Qualitätssicherungslabor gebracht.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 182

Vor Ort wird die Temperatur und Dichte der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung (bei A0) gemessen. Zusätzlich werden auf den Arbeitsprotokollen auch weitere Angaben zur Baustoffproduktion dokumentiert, wie der Pumpendruck, die eingestellte Rezepturzusammensetzung und die Förderleistung zum Zeitpunkt der Probenahme sowie Hinweise zur verwendeten Salzart. Zur späteren Kontrolle der Festbetoneigenschaften werden Rückstellproben in KG-Rohre gegossen, die in externen Laboren untersucht werden. Zur Kontrolle des Abbindeverhaltens des Sorelbetons wird der Temperaturverlauf während des Abbindeprozesses an einer Probe in einem Isolierbehälter (quasiadiabatisch) aufgezeichnet und dokumentiert.

Mit der Kontrolle der Frischbetoneigenschaften können frühzeitig evtl. Parameterabweichungen beim Material oder der Misch- und Dosiereinrichtungen der Anlage erkannt werden. Damit wird eine gleichbleibende Qualität des Sorelbetons gewährleistet. Die bei den baubegleitenden Frischbetonuntersuchungen ermittelten durchschnittlichen Parameter zeigt Tabelle 6.8.


Tabelle 6.8: Durchschnittliche Ergebnisse der baubegleitenden Untersuchungen an der Frischbetonsuspension, der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung im Jahr 2017

	Anzahl der Proben/Untersuchungen	Bestimmte Parameter	
Anmachflüssigkeit	435	Temperatur [°C]	31,5
	435	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,331
Zutrittslösung	10	Temperatur [°C]	32,5
	10	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,219
Frischbetonsuspension	482	Temperatur [°C]	33,2
	482	Leitfähigkeit [mS/cm]	16,3
	481	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,88
	532	Fließbrinnenmaß [mm]	518
	109	Quasiadiabatische Abbinde-temperatur [°C]	74,4
	390	Luftporengehalt [%]	1,5

### 6.3 Sonstige Baustoffuntersuchungen

Im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II werden neben den beschriebenen Untersuchungen noch Eingangskontrollen für Injektionsmaterialien durchgeführt. Für die Schalwände in den Abbauzugängen werden Rasengittersteine aus Sorelbeton geliefert, die stichprobenartig kontrolliert und bei der MPA Braunschweig untersucht werden. Dazu kommen noch Sonderuntersuchungen verschiedener Materialien. Diese Kontrollen machen jedoch nur einen sehr kleinen Teil der Gesamtuntersuchungen aus, daher wird an dieser Stelle nicht gesondert darauf eingegangen.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 183
-------------------------------------------------	------------

## 7 Gesamtbewertung


Die bergsmechanische Situation wird im Folgenden auf Grundlage der insgesamt visuell und messtechnisch erfassten Informationen zum Spannungs- und Verformungszustand des Tragsystems, zum Monitoring der Infrastrukturbereiche, sowie unter Berücksichtigung der durchgeführten bergmännischen Arbeiten und hierbei insbesondere der durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen bewertet. Für das Gesamttragsystem stellt sich die Situation bezogen auf die Baufelder wie folgt dar:

### 1. Baufeld an der Südflanke

Das Baufeld an der Südflanke stellt mit ca. 3,0 Mio. m<sup>3</sup> Hohlraumvolumen das mit Abstand größte Baufeld dar [20]. Aufgrund der nicht ausreichend dimensionierten Schweben und Pfeiler kommt es seit den 1980er Jahren zu erheblichen Schädigungen bzw. Bruchprozessen in den Tragelementen und den angrenzenden Deckgebirgsschichten. Einher ging diese Entwicklung mit einem starken Anstieg der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten sowie zeitlich verzögert mit erhöhten übertägigen Senkungsraten. Messtechnisch kann somit eine hohe Mobilität des südlich vorgelagerten Deckgebirges belegt werden. Dies führt seit spätestens 1988 zu einem Integritätsverlust in der Steinsalzbarriere und zum Zutritt von Salzlösungen aus dem Deckgebirge. Zur Stabilisierung des Tragsystems wurden die Abbaue bis 2004 überwiegend mit 2,92 Mio. t Salzgrus verfüllt (etwa 2,6 Mio. m<sup>3</sup>). Bereits während der Versatzeinbringung war eine beginnende Stabilisierung des Tragsystems (ab ca. 1999) durch sich degressiv entwickelnde querschlägige Pfeilerstauchungsraten erkennbar. Da sich die Verformungsraten trotz der Salzeinbringung noch auf einem hohen Niveau bewegten und sich durch Konsolidierung des Salzversatzes in den Abbauen Firstspalte gebildet hatten, wurde Ende 2009 mit der Verfüllung der Firstspalte und Resthohlräume mit Sorelbeton begonnen. Bisher wurden ca. 118.000 m<sup>3</sup> Sorelbeton in Firstspalte und Resthohlräume im Baufeld an der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle eingebracht.

Im Berichtszeitraum 2017 hat sich der hohe Beanspruchungszustand des Tragsystems wenig verändert. Da die maximalen Spannungen vor allem im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 erkennbar angestiegen sind und die minimalen Spannungen im gesamten Baufeld im Jahre 2017 wenig verändert sind, haben sich die Spannungsdifferenzen auch 2017 insgesamt leicht und lokal deutlich erhöht. Die hohen Spannungsdifferenzen, die detektierten Rissbildungen sowie die in einigen Bereichen deutlich erhöhte mikroseismische und mikroakustische Aktivität weisen auf weiterhin stattfindende Bruch- bzw. Schädigungsprozesse hin. Mit dem sich langsam aufbauenden Versatzdruck und der damit verbundenen seitlichen Stützung der Pfeiler, zum Teil auch durch den Sorelbeton, wird jedoch einer weiteren Pfeilerentfestigung entgegengewirkt. Dies bewirkte, dass sich – trotz der weiter ablaufenden Schädigungsprozesse – auch im 1. Halbjahr 2017 eine insgesamt noch leicht degressive Entwicklung der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten einstellte. Seit Mitte 2017 war in großen Teilen des Baufeldes an der Südflanke ein gleichbleibender bis leicht ansteigender Trend bei der Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten zu konstatieren. Erst seit Anfang 2018 hat sich die Pfeilerstauchungsrate wieder leicht degressiv entwickelt. Um die degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten zu verstetigen, ist eine zügige Fortführung der Firstspalt- und Resthohlraumverfüllung dringend geboten. Dies betrifft insbesondere die Abbaureihen 2, 4 und soweit möglich bzw. vertretbar auch die Abbaureihe 3 sowie weitere Resthohlräume am oberen Baufeldrand und in den nördlich der Abbaue gelegenen Abbaubegleitstrecken. Nur so kann dem anhaltenden Integritätsverlust in den Tragelementen und damit auch im südlich vorgelagerten Deckgebirge entgegengewirkt werden.

Wie aus Anhang 16.1 auf Blatt 445 und Anhang 16.2 auf Blatt 446 zu ersehen ist, liegen die gemessenen maximalen Spannungen von ca. 25 MPa im Tragsystem weiterhin im westlichen Bereich des Grubengebäudes und Bereich um den Hauptpfeiler. Da die Minimalspannung in diesem

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 184
-------------------------------------------------	------------

Bereich bei nur ca. 2 MPa liegt und die Firstspaltverfüllung in diesem Teil des Baufeldes noch nicht umgesetzt ist, ist mit fortschreitender Schädigungen der Schweben und Pfeiler in diesem Bereich zu rechnen. Ein kleineres lokales Spannungsmaximum liegt im oberen Baufeld des östlichen Bereiches. Auch hier haben sich die maximalen Spannungen im Jahre 2017 kaum verändert und liegen weiterhin bei ca. 10 MPa. Hier ist zu erwarten, dass die Schädigungsentwicklung langsamer fortschreitet.


Eine Gegenüberstellung der gemessenen Minimalspannungen aus 2016 (s. Anhang 16.3 auf Blatt 447) und 2017 (s. Anhang 16.4 auf Blatt 448) zeigt ein Rückgang an den Baufeldrändern und eine leichte Zunahme im mittleren und östlichen Bereich.

Da im Westflügel des Baufeldes an der Südflanke auch insgesamt die Spannungsdifferenzen 2017 leicht zugenommen haben, ist in den schon stark entfestigten Tragelementen mit fortschreitenden Schädigungen zu rechnen. In deren Folge ist auch ein weiterer Integritätsverlust in der hier sehr geringmächtigen Steinsalzbarriere und dem südlich vorgelagerten Deckgebirge zu besorgen. Das lokale Pfeilerstauchungsmaximum liegt im Westflügel mit Werten um 70 mm/a im Bereich der 574- bis 553-m-Sohle in den Abbaureihen 3 bis 5. Der Bereich ist zudem durch geologische Besonderheiten, wie einem linsenförmigen Hauptanhydritvorkommen und ein ca. West/Ost streichendes Rissystem mit Lösungsaustritten und einer Vielzahl von Tropfstellen, gekennzeichnet.

Auch 2017 geht die registrierte Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten noch immer nicht mit einem relevanten Anstieg der im Salzversatz erfassten Spannungen einher. Da die weiter ablaufenden Verformungsprozesse auch die Schaffung neuer bzw. die Reaktivierung älterer Migrationspfade aus dem Deckgebirge ermöglichen, ist eine weitere Stabilisierung des im Westflügel liegenden Zutrittsbereiches durch eine zügige Umsetzung der Firstspaltverfüllung sowie die Verfüllung aller nicht mehr benötigten Teile der Abbaubegleitstrecken nach wie vor dringend notwendig.

Demgegenüber ist im Bereich des Pfeilerstauchungsmaximums im Ostflügel des Baufeldes, in dem die Firstspalte bereits verfüllt sind, eine Stützwirkung deutlicher erkennbar. Diese korrelierte in den letzten Jahren mit einem tendenziellen Anstieg der Minimalspannungen und dem hier etwas stärkeren Rückgang der Pfeilerstauchungsraten. In 2017 setzte sich dieser Trend, wie oben dargestellt, jedoch nur bis zur Jahresmitte fort. Im Ostflügel erfolgt der Übergang vom oberen Bereich des Pfeilerstauchungsmaximums – welcher sich bis in das Firstniveau der 532-m-Sohle erstreckt – zum Unverritzten oberhalb der 490-m-Sohle auf vergleichsweise sehr kurzer Distanz. Hierdurch ergeben sich im Umfeld und auch im südlich vorgelagerten Deckgebirge weiterhin hohe Scherbeanspruchungen. Aufgrund der Nähe zur MAW-ELK ist hier eine zügige Umsetzung bzw. Fortsetzung der auf der 532-m-Sohle geplanten Verfüll- und Abdichtmaßnahmen gem. der Notfallplanung geboten.

Die mikroseismische Aktivität weist weiterhin ablaufende Schädigungsprozesse, insbesondere im Bereich oberhalb bzw. nördlich oberhalb der ELK 4/750, im Bereich der ELK 6/750, am oberen Baufeldrand, in den zentralen und südlichen Bereichen der 750-, 725-, und 700-m-Sohle, aus. Auch die visuellen und messtechnischen Befunde in den noch offenen bzw. neu erstellten oder aufgewältigten Strecken im Bereich der LAW-ELK auf der 750-m-Sohle zeigen einen hohen Beanspruchungsgrad. Die hier in Umsetzung befindlichen Verfüll- und Abdichtmaßnahmen sind daher möglichst zügig fortzusetzen. Insbesondere auf der 725-m-Sohle weist die sogenannte Gleitbogensausbaustrecke in den nicht ausgebauten Pfeilerbereichen erhebliche Entfestigungen auf. Da sich hier wichtige Fassungsstellen für Zutrittslösungen befinden, ist bei der Planung des Rückzugs aus diesem Bereich eine Anpassung des Lösungsmonitorings vorzusehen. Aufgrund des bestehenden Lösungszutritts und der permanenten Gefahr seiner Veränderung und/oder

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 185
-------------------------------------------------	------------

Verlagerung, die sich mit den fortschreitenden Schädigungsprozessen weiter erhöht, ist eine weitere Stabilisierung erforderlich. Hierbei kommt der messtechnischen Überwachung der Situation eine wichtige Bedeutung für die Überwachung und Steuerung des Bauablaufes zu.

## 2. Steinsalzbaufeld im Sattelnern


Das Baufeld im Sattelnern weist ein Hohlraumvolumen von etwa 448.000 m<sup>3</sup> auf und ist zu etwa 71 % mit Salz und 17 % mit Sorelbeton versetzt (Stand 2017; [20]). Da der Nahbereich dieser Abbaue durch nachträglich aufgefahrenen Strecken (z. B. Wendelstrecke, nördliche Richtstrecken nach Osten) zum Teil stark durchbaut wurde und in den Abbauen zum Teil noch relevante Resthohlräume vorhanden sind, kommt es lokal zu erheblichen Schädigungen in den Konturbereichen der infrastrukturell genutzten Strecken und Abbauteile. Zur Überwachung der Schädigungsprozesse wurden seit 2012 lokale Monitoringprogramme initiiert. Dies betrifft die Wendelstrecke insgesamt (s. Abschnitt 4.4 (Blätter 117–119)), den Füllortbereich Schacht 2 auf der 750-m-Sohle (s. Abschnitt 4.7 auf Blatt 149) und die nördlichen Richtstrecken nach Osten auf der 750-m-Sohle (s. Abschnitt 4.8 auf Blatt 159) sowie die Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle (s. Abschnitt 4.5 auf Blatt 123). Zur Stabilisierung dieser Bereiche wurden in den Jahren 2012 und 2013 die Abbaue auf der 775-m-Sohle mit Sorelbeton nachverfüllt. Auch auf der 750-m-Sohle wurden vorgezogene Verfüllmaßnahmen umgesetzt oder befinden sich in Vorbereitung.

## 3. Carnallitbaufeld

Das in den 1920er Jahren aufgefahrenen Carnallitbaufeld wurde bereits im Zuge der Gewinnung weitgehend mit Rückständen aus der Kaliumaufbereitung verfüllt. 2017 wurde das Volumen des Baufeldes mit ca. 949.000 m<sup>3</sup> bilanziert. Geotechnische Untersuchungen belegen eine erhebliche Schädigung der Pfeiler, Auflockerungen in den Konturbereichen insbesondere in der Firste des Abbaufeldes sowie eine konvergenzbedingt bereits stark fortgeschrittene Kompaktion des Versatzes. In 2015 und 2016 wurden im mittleren und östlichen Bereich Erkundungsbohrungen in den Firstbereich der Abbaue gestoßen. Dabei wurden zum Teil relevante Firstspalte festgestellt und inzwischen verfüllt. Aus den Ergebnissen des Tagesnivelements ist eine Beeinflussung des Senkungsgeschehens durch das Carnallitbaufeld weiterhin abzuleiten und eine entsprechende Beanspruchung des Deckgebirges zu besorgen. Um dem entgegenzuwirken, ist eine systematische Erkundung und Nachverfüllung der Resthohlräume in allen Abbauen vorgesehen.

## 4. Tiefenaufschluss

Der sogenannte Tiefenaufschluss (unterhalb der 775-m-Sohle) besteht aus Strecken und einer Kaverne, welche im Wesentlichen zu Forschungszwecken und zur Speicherung von ins Bergwerk eingedrungener Lösungen aufgefahren wurden. Das Hohlraumvolumen des Tiefenaufschlusses beträgt ca. 242.000 m<sup>3</sup>. Ab 2004 wurde mit der Verfüllung des Tiefenaufschlusses auf der 975-m-Sohle mit Salzversatz und zum Teil Schotter (Kaverne unterhalb Schacht 4 und Blindschacht 1) begonnen. Der Porenraum im unteren Bereich des Tiefenaufschlusses wurde mit einer gesättigten MgCl<sub>2</sub>-dominierten Lösung aufgefüllt. Das Lösungsniveau liegt zum Berichtsstand bei 916 m Teufe. Ab der 875-m-Sohle erfolgt seit 2009 die Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton. Im Jahre 2014 wurde die Verfüllung der 850-m-Sohle weitgehend abgeschlossen. Im Westen der 800-m-Sohle wurden 2012 Strecken zur Speicherung von Salzlösungen – sogenannte Sumpfstrecken – aufgefahren. Aufgrund der geringen Größe und des niedrigen Durchbauungsgrades hat der Tiefenaufschluss nur eine geringe Bedeutung für das Gesamttragsystem sowie für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der längerfristig noch zu nutzenden Infrastrukturbereiche. Seit 2015 werden auf der 850-m-Sohle Strecken zur Gewinnung von Steinsalz aufgefahren. Diese

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 186

Strecken werden sukzessive mit Sorelbeton unter Verwendung von carnallitischem Eigensalz oder kontaminierten Lösungen verfüllt.

Ab 2012 wurden sukzessive für alle relevanten Infrastrukturbereiche eine intensivere Beobachtung der Schädigungsprozesse in Form von Monitoringprogrammen und auf deren Grundlage vorgezogene Verfüllmaßnahmen initiiert. Mit diesen Maßnahmen soll eine Bewertung der Gebrauchstauglichkeit dieser Bereiche für den noch geplanten Nutzungszeitraum ermöglicht und durch die vorgezogenen Verfüllmaßnahmen soll der Schädigungsprozess verlangsamt werden.


Für die Monitoringbereiche auf der 750-m-Sohle um den Füllort Schacht 2 und die nördliche Richtstrecke nach Osten sowie für den Bereich der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle wurde bereits der größte Teil der Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt. Dennoch zeigen die Bereiche weiterhin einen Sanierungsbedarf, welcher derzeit geprüft wird.

Aufgrund der zunehmenden Schädigungen und Entfestigungen im Bereich der Baustoffanlage I ergab sich im Jahre 2015 auch für den Infrastrukturbereich auf der 700-m-Sohle die Notwendigkeit einer deutlichen Erweiterung des lokalen Monitoringprogramms. Hier sind umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen geplant, um die Gebrauchstauglichkeit für den geplanten Nutzungszeitraum (derzeit bis 2023) zu erhalten. 2017 wurden hier erste Stabilisierungsmaßnahmen im westlichen Teil dieses Infrastrukturbereiches umgesetzt und weitere sind in Vorbereitung. Es sind jedoch noch erhebliche Maßnahmen notwendig, um eine nachhaltige Stabilisierung für den noch geplanten Nutzungszeitraum zu erreichen. Dies betrifft insbesondere die schnellstmögliche Verfüllung des Abbaus 6/725, des Trafosraumes, die Stabilisierung des Südstoßes im Bereich der Baustoffanlage 20BA und des Bereiches der MAT-Behälterabfüllanlage (50BA).

Eine weitere Besonderheit stellt die Wendelstrecke dar. Hier wurde im Januar 2012 der Bereich der 637-m-Sohle gesperrt, da die Schweben zwischen zwei Wendelstreckenabschnitten vollständig entfestigt war. Hier waren umfassende Sanierungen in Verbindung mit der Neuauffahrung von zwei Wendelabschnitten notwendig [86]. Bei einem weiteren Abschnitt der Wendelstrecke, zwischen der 750- und 775-m-Sohle, war ebenfalls eine Neuauffahrung erforderlich, die planmäßig im 2. Halbjahr 2014 umgesetzt wurde. Weitere Wendelabschnitte, insbesondere von der 725- zur 750-m-Sohle, wurden in den Jahren 2015 und 2016 saniert. In der Wendelstrecke ist jedoch generell von einem laufenden hohen Sanierungsaufwand auszugehen. Daher wurde für die Wendelstrecke ein angepasstes Beobachtungs- und Sanierungskonzept erarbeitet, das sukzessive umzusetzen ist. Aufgrund der Schädigung der Stöße in einigen Bereichen der Wendelstrecke, müssen entsprechende Nachschnitt- und Stabilisierungsmaßnahmen mit Sorelbeton bedarfs- und bereichsweise vorgenommen werden (s. Abbildung 4.40 auf Blatt 122). Für die geplante Rückholung der Abfälle stellt der Erhalt der Gebrauchstauglichkeit der Wendelstrecke eine grundlegende Planungsrandbedingung dar. Dies setzt eine laufende Sanierung der Wendelabschnitte oberhalb der 700-m-Sohle voraus, die bei der Planung der Rückholungsmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Weiterhin wurden in folgenden Bereichen im besonderen Maße Schädigungsprozesse detektiert:

1. Die Rissentwicklung in der Abbaubegleitstrecke nach Osten auf der 511-m-Sohle, die im Firstbereich des Abbaus 6a/532 durchgeführten EMR-Messungen und Erkundungsbohrungen weisen auf eine streichende Scherbeanspruchung der Schweben zu den Nebenabbauen 6a/532, 7a/532 und 7b/532 hin. Die bereits fortgeschrittene Rissbildung in der Schweben oberhalb des Abbaus 6a/532 führte zur Sperrung des Abbaus. Nach Herstellung der nördlichen Umfahrung dieses Abbaus und seiner vollständigen Verfüllung wurde eine entsprechende Bewertung auch für die Gebrauchstauglichkeit der östlich gelegenen Nebenabbaue erstellt. Hierbei ergab sich auch für die Abbaue 7a und 7b/532, dass die hangenden Schweben stark geschädigt sind. Der Abbau 7a/532 ist inzwischen abgeworfen und vollständig verfüllt. Im Abbau 7b/532 wurde der südliche und

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 187
-------------------------------------------------	------------

mittlere Teil ebenfalls im Jahre 2015 verfüllt. Zur Begrenzung der Schädigungsentwicklung im Nahbereich der MAW-Kammer ist ein zügiger Rückzug bzw. eine vollständige Verfüllung der Nebenabbaue 7a bis 9b/532 zu empfehlen.


2. Im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 725-m-Sohle sowie im Bereich der Querschläge zwischen der 1. und 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle und der Schweben oberhalb der ELK 4/750 liegen Indizien für einen fortschreitenden Integritätsverlust vor. In diesem Bereich wurden 2017 die Stabilisierungsmaßnahmen mit der Verfüllung der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen fortgesetzt. Um einer Migration von Salzlösungen aus diesem Bereich und damit dem Austrag von Kontaminationen in nördliche Richtung entgegenzuwirken, sind im nächsten Schritt Abdichtbauwerke in den Querschlägen zwischen 1. und 2. südlicher Richtstrecke zu errichten. Damit sollen auch Zersetzungsprozesse im hier anstehenden Carnallitit vermieden werden.

Insgesamt hat die Stabilisierung des Tragsystems vor allem im Baufeld an der Südflanke und im Sattelkern zwar zu einem weiteren, sich im Berichtszeitraum wie oben angeführt abschwächenden, Rückgang der Verformungsraten geführt, die damit verbundenen Spannungsumlagerungen führen aber lokal in bereits stark geschädigten Bereichen und den Baufeldrändern zu weiteren Bruchvorgängen. Diese führten und führen zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit von in solchen Bereichen angeordneten Infrastrukturkomponenten. Dies gilt insbesondere für die Abbaue und Abbaubegleitstrecken in der Südflanke, der Wendelstrecke (511- bis 679-m-Sohle und 725- bis 775-m-Sohle) sowie den zentralen Bereichen der 700- und 750-m-Sohle. Zur weiteren Bewertung der Nutzungsfähigkeit insbesondere im Hinblick auf die in Planung befindlichen Rückholmaßnahmen ist daher die Fortführung der Monitoringprogramme und bei Bedarf die Initiierung von entsprechenden Stabilisierungsmaßnahmen unabdingbar.

Die mikroseismische Aktivität im Grubengebäude ist 2017 insgesamt weiter angestiegen und lag zeitweise oberhalb der Meldekriterien entsprechend dem SBPL Firstspaltverfüllung - 17/2009. Außerhalb des Grubengebäudes fällt weiterhin die relativ hohe Aktivität im Bereich des südlich vorgelagerten Deckgebirges sowie im Bereich des oberen und östlichen Baufeldrandes auf. Innerhalb des Grubengebäudes konzentriert sich die seismische Aktivität zunehmend auf den südlichen und zentralen Bereich unterhalb der 679-m-Sohle.

Weiterhin sind südöstlich des Grubengebäudes im Bereich der 700-m-Sohle und darunter relativ starke mikroseismische Ereignisse im Salinar und im Übergangsbereich vom Salinar zum oberen Buntsandstein detektiert worden. Da sich dieser Bereich relativ weit außerhalb des Grubengebäudes befindet, ist eine alleinige mit dem Grubengebäude in Verbindung stehende gebirgsmechanische Ursache für diese Aktivität nicht plausibel.

Die Lösungsfassung wies im Baufeld an der Südflanke eine Stabilisierung des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge auf einem Niveau von ca. 12,1 m<sup>3</sup>/d aus. Die Fassungssysteme auf der 658- und 725-m-Sohle haben weiterhin den weitaus größten Anteil des Lösungszutritts oberhalb der 750-m-Sohle gefasst (ca. 99%). Auch der Anteil der Fassung in der Abbaureihe 3 lag 2017 bei 99% und damit unverändert auf hohem Niveau. Im Abbau 3/658 wurden durchschnittlich 11,8 m<sup>3</sup>/d gefasst. Damit wurde auch hier das Meldekriterium entsprechend dem SBPL Firstspaltverfüllung 17/2009 dauerhaft überschritten. Aufgrund der insgesamt weitgehend konstanten Gesamtfassungsrates im Baufeld an der Südflanke wurde das Meldekriterium für die Fassungsrates im Abbau 3/658 mit der bergbehördlichen Zulassung des Hauptbetriebsplans 10/2017 – 09/2019 (Nebenbestimmung 4) im Oktober 2017 entsprechend dem Durchschnitt der letzten 3 Jahre auf 11,3 m<sup>3</sup>/d für den unteren Grenzwert und 12,1 m<sup>3</sup>/d für den oberen Grenzwert angepasst. Dieses Kriterium wurde bisher nicht überschritten. Im Berichtszeitraum wurden die aktiven Katasterstellen in der 2. südlichen Richtstrecke auf der 750-m-Sohle nach Westen saniert und über von der 679-m-Sohle erstellte Monitoringbohrungen angeschlossen.


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 188

Seit der Verfüllung der Strecke erfolgt damit das Lösungsmonitoring für diese Katasterstellen von der 679-m-Sohle aus.

Sollte es im Zuge der weiterhin ablaufenden gebirgsmechanischen Schädigungsprozesse sowie von Subrosionsprozessen zu stärkeren Veränderungen des Lösungszutritts kommen, ist ein Versagen der Fassungssysteme bzw. deren Umläufigkeit zu besorgen. Eine unmittelbare Folge wäre dann ein durch zunehmende Durchfeuchtungen der Tragelemente forciertes Entfestigungsprozess, das verstärkte Eindringen von Lösungen in die Einlagerungskammern und ein Austrag von Kontaminationen. Eine wesentliche Aufgabe der Standortüberwachung ist es daher, solche Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Auf dieser Grundlage können dann gegebenenfalls notwendige Maßnahmen initiiert werden.


Im Bereich der Nordflanke wurden im Jahre 2017 durchschnittlich 0,40 m<sup>3</sup>/d gesättigte MgCl<sub>2</sub>-Lösung gefasst (2016: 0,30 m<sup>3</sup>/d). Dieser gegenüber 2016 erhöhte Wert hängt damit zusammen, dass 2017 in einem relevanten Umfang Standlösungen z. B. im Bereich des ehemaligen Sprengstofflagers sowie über diverse Erkundungsbohrungen abgepumpt worden sind. Die für 2017 ermittelte Fassungsrate von 0,40 m<sup>3</sup>/d liegt jedoch noch nahe an dem 8-Jahres-Durchschnitt (2009 bis 2016) von 0,23 m<sup>3</sup>/d. Weiterhin ist festzustellen, dass der größte Teil der Lösungen im westlichen Teil des Carnallitbaufeldes gefasst wird. Ein Zutritt aus dem Nebengebirge des Asse-Sattels bzw. über nicht ausreichend dicht verfüllte Altbohrungen aus den Anhydritmitteln kann daher weiterhin nicht ausgeschlossen werden [87].

Insgesamt wurde mit den im Berichtszeitraum umgesetzten Stabilisierungsmaßnahmen den Entfestigungsprozessen im Tragsystem weiter entgegengewirkt. Aufgrund des hohen Durchbaugrades und der in vielen Bereichen noch vorhandenen Resthohlräume sind diese jedoch noch nicht ausreichend, um einer weiteren Schädigung der Tragelemente und der Anbaubank zum Deckgebirge entgegenzuwirken. Für die geplante Rückholung der Abfälle aus den ELKs ist daher die weitere bestmögliche Stabilisierung der Einlagerungsbereiche eine wesentliche Voraussetzung. Insbesondere die anhaltend hohe mikroseismische Aktivität im Bereich der ELK 4/750 zeigt auf, dass, ohne eine firstbündige und stützende Verfüllung der Resthohlräume in den ELK, die laufenden Konvergenzprozesse zu einer fortschreitenden Entfestigung der hangenden Schweben führen. Mit einer zunehmenden Auflockerung der Schweben und Ausbildung von Scherflächen sind hier bruchhafte Ablösungen zu besorgen. Da sich die zunehmende mikroseismische Aktivität und die visuell erkennbaren Schädigungen der Konturbereiche insbesondere auf den zentralen Bereich der 700- bis 750-m-Sohle konzentrieren, ist hier besonderes Augenmerk auf ein intensives Monitoring und eine zügige Stabilisierung zu legen. Damit kann der weiteren Schädigung der umgebenden Tragelemente entgegengewirkt werden.

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 189


## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Asse-GmbH  
Notfallplanung zur Minimierung der Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts  
Stand: 23.02.2010  
BfS-KZL: 9A/34000000/EBM/RB/0003/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/23700000/BAU/GH/BZ/0003/00
- [2] Asse-GmbH  
Notfallplanung - Statusbericht und geplante Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen  
Stand: 22.12.2011  
Asse-GmbH-KZL: 9A/44000000/BAU/GH/BZ/0001/01
- [3] Bundesamt für Strahlenschutz  
Notfallplanung für das Endlager Asse  
Stand: 28.02.2010  
BfS-KZL: 9A/34000000/EBM/RB/0002/01
- [4] Asse-GmbH  
Hohlraumbilanz für die Schachtanlage Asse II und Abschätzung der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)  
Stand: 31.01.2012  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0001/00
- [5] Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 14 des Gesetzes vom 1. April 2015 (BGBl. I S. 434) geändert worden ist.
- [6] ARCADIS Deutschland GmbH  
Projekt Schachtanlage Asse II, 2. Zwischenbericht zur Fortschreibung der Projektablaufplanung zum Stand 31.03.2013  
Stand: 31.03.2013  
BfS-KZL: 9A/12200000/BB/KV/0007/01
- [7] Bundesamt für Strahlenschutz. Schachtanlage Asse II, Gesamtdarstellung zur Rückholungsplanung. urn:nbn:de:0221-2014021211169. Stand: 10.03.2014.
- [8] Asse-GmbH  
Zusammenstellung und Bewertung der Salzlösungs- und Gaszutritte im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II  
Stand: 21.07.2009  
BfS-KZL: 9A/64222100/HG/RB/0002/01  
Asse-GmbH-KZL: 9A/-/GEH/EB/BW/0001/01
- [9] Asse-GmbH  
Messbulletin - Mai 2017 bis Oktober 2017  
Stand: 22.12.2017  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0044/00
- [10] Bundesamt für Strahlenschutz  
Fließwege zutretender Salzlösungen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II  
Stand: 14.02.2012  
BfS-KZL: 9A/64222000/HGG/RB/0001/00


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 190

- [11] Asse-GmbH  
 Überprüfung der vorhandenen geotechnischen und geophysikalischen Messsysteme im Hinblick auf die zur Notfallvorsorge und Faktenerhebung geplanten Maßnahmen  
 Stand: 26.10.2012  
 BfS-KZL: 9A/64300000/GC/RZ/0004/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0001/00
- [12] BGE mbH  
 Begleitbericht zum Tagesnivellement 2017  
 Stand: 26.02.2018  
 BGE-BfS-KZL: 9A/64140000/GB/PF/0007/00  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0192/00
- [13] Asse-GmbH  
 Tagesnivellement – Begleitungsbericht zum Senkungsnivellement 2012  
 Stand: 12.12.2012  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0045/00
- [14] BGE mbH  
 Erläuterungsbericht zu den Gebirgsbeobachtungen 2017  
 Stand: 09.02.2018  
 BGE-BfS-KZL: 9A/64140000/GB/RA/0208/00  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0018/00
- [15] Asse-GmbH  
 Konvergenzmessungen in Grubenbauen der Schachanlage Asse II – Bericht zu den Konvergenzmessungen bis 31.12.2015  
 Stand: 11.02.2016  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0008/00
- [16] Asse-GmbH  
 151. Zwischenbericht zu den Extensometermessungen  
 Stand: 22.12.2016  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0172/00
- [17] BGE mbH  
 Begleitbericht Inklinometermessungen und visuelle Beobachtungen 2017  
 Stand: 14.03.2018  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0019/00
- [18] BGE mbH  
 Konvergenzmessungen in den Grubenbauen der Schachanlage Asse II bis 31.12.2017  
 Stand: 19.01.2018  
 BGE-BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RA/0167/00  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0015/00
- [19] BGE mbH  
 Konvergenzmessungen - Zwischenbericht Nr. 96 aus November 2017  
 Stand: 04.01.2018  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0189/00
- [20] BGE mbH  
 Hohlraumbilanz 2016 für die Schachanlage Asse II und Kalkulation der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)  
 Stand: 26.01.2018  
 BGE-Asse-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0004/01




Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 191


- [21] Asse-GmbH  
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen - Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung  
 Stand: 21.04.2017  
 BGE-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0008/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0013/00
- [22] Albert Tarantola. Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation. siam, 2005.
- [23] Asse-GmbH  
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen - Jahresbericht 2015  
 Stand: 29.04.2016  
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0007/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0009/00
- [24] Asse-GmbH  
 Seismische Überwachung der im Oktober und November 2016 durchgeführten Testsprenungen in der Tiefbohrung Remlingen 15 und der Flachbohrung R15-01  
 Stand: 02.02.2017  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/HF/BW/0004/00
- [25] Asse-GmbH  
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2012 des Teilbereiches Standortüberwachung  
 Stand: 15.03.2013  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0001/00
- [26] Am Romberg Consulting  
 Messwerterfassung und -auswertung der Testsprenungen in der Tagesbohrung Remlingen 15  
 Stand: 21.04.2017  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/55210000/SMÜ/MU/BW/0001/00
- [27] DMT GmbH  
 Gutachten zu den durch die Probesprenungen in der Erkundungsbohrung Remlingen 15 verursachten Erschütterungen an der Tagesoberfläche  
 Stand: 05.10.2017  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64213000/GMÜ/HF/ET/0001/00
- [28] DMT GmbH  
 Seismische Oberflächenmessungen im Rahmen der Überwachung der Ende 2016 durchgeführten Probesprenungen in der Erkundungsbohrung Remlingen 15  
 Stand: 29.11.2017  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64213000/GMÜ/HF/BW/0002/00
- [29] Asse-GmbH  
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2013 des Teilbereiches Standortüberwachung  
 Stand: 28.02.2014  
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0005/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0005/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 192


- [30] Asse-GmbH  
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2014 des Teilbereiches Standortüberwachung  
Stand: 11.05.2015  
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0006/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0007/01
- [31] Asse-GmbH  
Stellungnahme zur Situation im Bereich der Katasterlokaltät L574006 auf der 574-m-Sohle  
Stand: 11.12.2013  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0002/00
- [32] Helmholtz Zentrum  
Ergebnisse der Mikroseismischen Überwachung auf der Schachanlage Asse - Jahresbericht 2008  
Stand: 16.12.2008  
HMGU-KZL: 14/77754/GMÜ/HF/BT/0010/00
- [33] GSF  
Mikroseismische Überwachung auf der Schachanlage Asse - Jahresbericht 2006  
Stand: 07.02.2007  
GSF-KZL: 14/77754/SMÜ/HF/BT/0006/00
- [34] Asse-GmbH  
01. Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 700-m-Sohle  
Stand: 20.10.2015  
BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RB/0043/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BT/0003/00
- [35] Asse-GmbH  
05. Zwischenbericht Monitoring 750-m-Sohle – nördliche Richtstrecke nach Osten  
Stand: 31.12.2014  
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RA/0121/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/GMÜ/GC/BT/0004/00
- [36] Landesamt für Bergbau und Geologie  
Sonderbetriebsplan Nr. 17/2009 "Messtechnische Überwachung im Rahmen der Firstspaltverfüllung" G.-Nr. W 5010.2.17 I - 2009-015-III  
Stand: 09.11.2009  
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223000/SFV/DB/EV/0003/00
- [37] Gefahrenabschätzung für die Schachanlage Asse. Niedersächsisches Landesamt für Bodenfor-  
schung / Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld / Bergamt Goslar. Juni 1993.
- [38] Asse-GmbH  
Datenbank des Salzlösungskataster der Schachanlage Asse II  
Stand: 31.03.2017
- [39] Asse-GmbH  
Messbulletin - Mai 2016 bis Oktober 2016  
Stand: 15.02.2017  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0042/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 193


- [40] Asse GmbH  
 Messbulletin - November 2016 bis April 2017 - Messtechnische Überwachung der Firstspaltverfüllung  
 Stand: 26.10.2017  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0043/00
- [41] Asse-GmbH  
 Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle und dem Abbau 2 auf der 511-m-Sohle  
 Stand: 22.10.2014  
 BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0014/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BT/0017/01
- [42] Asse-GmbH  
 02. Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle und der 511-m-Sohle  
 Stand: 05.04.2017  
 BGE-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0032/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BT/0024/00
- [43] Institut für Gebirgsmechanik GmbH  
 Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle  
 Stand: 13.06.2012  
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RB/0028/00
- [44] u. a. „On the potential of In-Situ Acoustic Emission (AE) technology for the monitoring of dynamic processes in salt mines“. In: *Mechanical Behaviour of Salt VIII* (2015), S. 89–98.
- [45] Asse-GmbH  
 Schwebendurchbrüche im Baufeld an der Südflanke (Na<sub>3</sub>, Leine-Steinsalz) der Schachanlage Asse II –Dokumentation  
 Stand: 25.10.2010  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0001/00
- [46] Asse-GmbH  
 Messbulletin – April 2012  
 Stand: 06.06.2012  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0029/00
- [47] Asse-GmbH  
 Zusammenstellung potenzieller Gefährdungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse aus bergbausicherheitlicher und radiologischer Sicht  
 Stand: 15.05.2009  
 Asse-GmbH-KZL: 99/-/LZS/LB/BZ/0001/00
- [48] Asse-GmbH  
 Zusammenstellung potenzieller Gefährdungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse aus bergbausicherheitlicher und radiologischer Sicht  
 Stand: 30.03.2012  
 BfS-KZL: 9A/66000000/NB/RE/0002/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/24113000/SB/GH/BZ/0001/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 194


- [49] Asse-GmbH  
 Dokumentation und Bewertung der Firstschädigungen oberhalb des Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB1) im Westen des Abbaus 3 auf der 490-m-Sohle  
 Stand: 29.07.2015  
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RB/0042/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0023/00
- [50] Asse-GmbH  
 Bewertung der Firstsituation im Westen des Abbaus 3/490 oberhalb des Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB 1)  
 Stand: 21.11.2016  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0002/00
- [51] Asse-GmbH  
 Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband des Abbaus 4 auf der 490 m-Sohle im Salzbergwerk ASSE  
 Stand: 06.12.2012  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0001/00
- [52] Asse-GmbH  
 K-UTEC Salt Technologies: Bericht zu den Georadarmessungen zur Untersuchung der Firstbeschaffenheit im Abbau 4/490-m-Sohle  
 Stand: 28.11.2012  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0002/00
- [53] Asse-GmbH  
 002/2016 Über meldepflichtige Ereignisse auf der Schachtanlage Asse II  
 Stand: 15.07.2016  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/61000000/MAW/EB/LA/0001/00
- [54] Asse-GmbH  
 Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebelücke zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle  
 Stand: 02.06.2017  
 BGE-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0029/00  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0010/02
- [55] Asse-GmbH  
 Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband des Abbaus 2 der 511-m-Sohle und des Abbaus 3 der 490-m-Sohle im Salzbergwerk ASSE II  
 Stand: 14.02.2013  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0006/00
- [56] Institut für Tief Lagerung  
 Die Erfassung der Grubenhöhlräume auf der Schachtanlage Asse II (Hohlraumbilanz)  
 Stand: 01.01.1982
- [57] Asse-GmbH  
 Sachstandsbericht zu den gebirgsmechanischen Reaktionen im Abbau 6a auf der 532-m-Sohle -Arbeitsbericht des Teilbereich Standortüberwachung Nr. 14/2009-  
 Stand: 15.10.2009  
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BW/0003/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 195


- [58] Asse-GmbH  
Gebirgsmechanische Bewertung der Firstsituation im Abbau 6a/532-m-Sohle durch GPR-Messungen und Erkundungsbohrungen zur Verifizierung der GPR-Messungen  
Stand: 22.03.2010  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64221000/GEO/HA/BN/0002/00
- [59] Asse-GmbH  
Sonderbetriebsplan Nr. 2/2012 „Erstellung einer Umfahrung nördlich des Abbaus 6a auf der 532-m-Sohle sowie dessen Verfüllung“  
Stand: 30.01.2012  
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223000/-/DB/EP/0100/00
- [60] Asse-GmbH  
Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbaue 7a bis 9b auf der 532-m-Sohle  
Stand: 21.10.2013  
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PB/0006/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BN/0001/00
- [61] Asse-GmbH  
Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband in den Abbauen 7a, 7b, 8a, 8b, 9a und 9b der 532-m-Sohle sowie Sohlen-Radar-Messungen in der Abbaubegleitstrecke auf der 511-m-Sohle im Salzbergwerk Asse  
Stand: 17.10.2013  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0008/00
- [62] Asse-GmbH  
Bo-Ra-tec GmbH: Ergänzungsbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstbereich der Abbaue 7b (Nord) und 8b (Süd) auf der 532-m-Sohle der Schachtanlage ASSE II  
Stand: 12.03.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0013/00
- [63] Asse-GmbH  
Sonderbetriebsplan Nr. 11/2014 „Umfahrung und Verfüllung des Abbaus 7a und Teilverfüllung des Abbaus 7b auf der 532-m-Sohle“  
Stand: 24.07.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223000/RHV/DB/EP/0010/00
- [64] Asse-GmbH  
Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbaue 7a bis 9b auf der 532-m-Sohle  
Stand: 10.06.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BN/0001/01
- [65] Asse-GmbH  
Monitoringbericht zum westlichen Bereich der 574-m-Sohle  
Stand: 21.08.2015  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0006/00
- [66] Asse-GmbH  
Aktennotiz - Stellungnahme zur vorgezogenen Verfüllung des Abbaus 3/553  
Stand: 07.08.2015  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/AA/0017/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 196

- [67] Asse-GmbH  
Monitoringbericht zum westlichen Bereich der 553- und 574-m-Sohle für den Zeitraum 21.08.2015 bis 11.05.2017  
Stand: 11.05.2017  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0010/00
- [68] Asse-GmbH  
Maßnahmen zur Vermeidung der Beeinflussung der Fließwege des Hauptlösungszutrittes  
Stand: 02.12.2010  
Asse-GmbH-KZL: 9A/44215100/RHV/DB/BZ/0001/00
- [69] Asse-GmbH  
Sorelbeton A0 - Entwicklung einer Sorelbetonrezeptur zur Verfüllung von Hohlräumen unter Verwendung von NaCl-Lösung  
Stand: 09.02.2011  
Asse-GmbH-KZL: 9A/44216000/BAU/GH/BW/0001/00
- [70] Asse-GmbH  
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2012 des Teilbereiches Standortüberwachung  
Stand: 25.11.2013  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0001/02
- [71] Asse-GmbH  
Monitoring im Bereich Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle  
Stand: 20.01.2017  
BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0031/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0011/00
- [72] Asse-GmbH  
Monitoringprogramm 700-m-Sohle – Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger-Strecke) und Richtstrecke nach Osten im Firstniveau  
Stand: 13.05.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BT/0001/00
- [73] Asse-GmbH  
Geologische Kartierung der neuen Verbindungsstrecke im Ostfeld der 700-m-Sohle  
Stand: 17.09.2015  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64221000/GEO/HA/BN/0013/00
- [74] Asse-GmbH  
Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen in der Schachtanlage Asse II –Standorterkundungen-Ergebnisse der Kamerabefahrungen und der geotechnischen Messungen in den Erkundungsbohrungen im Bereich der geplanten Bauwerke SB-700-2 und SBS-750-10  
Stand: 21.12.2015  
Asse-GmbH-KZL: 9A/44214000/BSB/GC/BW/0010/00
- [75] Institut für Gebirgsmechanik  
Bewertung des Gebirgsbereiches nördöstlich der Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau der 700-m-Sohle im Hinblick auf eine Nutzung als Bohrort zur Faktenerhebung Einlagerungskammer 12/750  
Stand: 20.09.2016  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0001/00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 197

- [76] Asse-GmbH  
Hohlraumbilanz 2014 für die Schachanlage Asse II und Kalkulation der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)  
Stand: 06.10.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0002/00
- [77] Asse-GmbH  
Erläuterungsbericht zu den Gebirgsbeobachtungen 2016  
Stand: 01.02.2017  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0017/00
- [78] Asse-GmbH  
Inklinometermessungen - 20. Bericht  
Stand: 10.03.2017  
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/RZ/0009/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0173/00
- [79] S. Essaid und K. Klarr. „Zum Innenbau der Salzstruktur Asse“. In: *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 133 (1982), S. 135–154.
- [80] Institut für Gebirgsmechanik  
Ergebnisse der Standorterkundungen an dem Referenzstandort R4  
Stand: 31.05.2006  
GSF-KZL: 10/77725/BSB/CD/BW/0006/00
- [81] Asse-GmbH  
Gebirgsmechanische Stellungnahme zur Situation im Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle der Schachanlage Asse II  
Stand: 12.07.2012  
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/BN/0009/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BN/0002/00
- [82] Asse-GmbH  
Mögliche Maßnahmen zur Stützung und Stabilisierung des Füllortes am Schacht 2 im Bereich der 750-m-Sohle  
Stand: 27.08.2012  
BfS-KZL: 9A/63220000/GJ/RZ/0001/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/63220000/FBA/GJ/LA/0001/00
- [83] Asse-GmbH  
Bo-Ra-tec GmbH: Anlage zum Ergebnisbericht geophysikalischer Bohrloch- und First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstbereich der nördlichen Richtstrecke nach Osten und der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle der Schachanlage ASSE II  
Stand: 14.02.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/RA/0004/00
- [84] Asse-GmbH  
06. Zwischenbericht Monitoring 750-m-Sohle - nördliche Richtstrecke nach Osten  
Stand: 20.01.2016  
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/GMÜ/GC/BT/0005/00

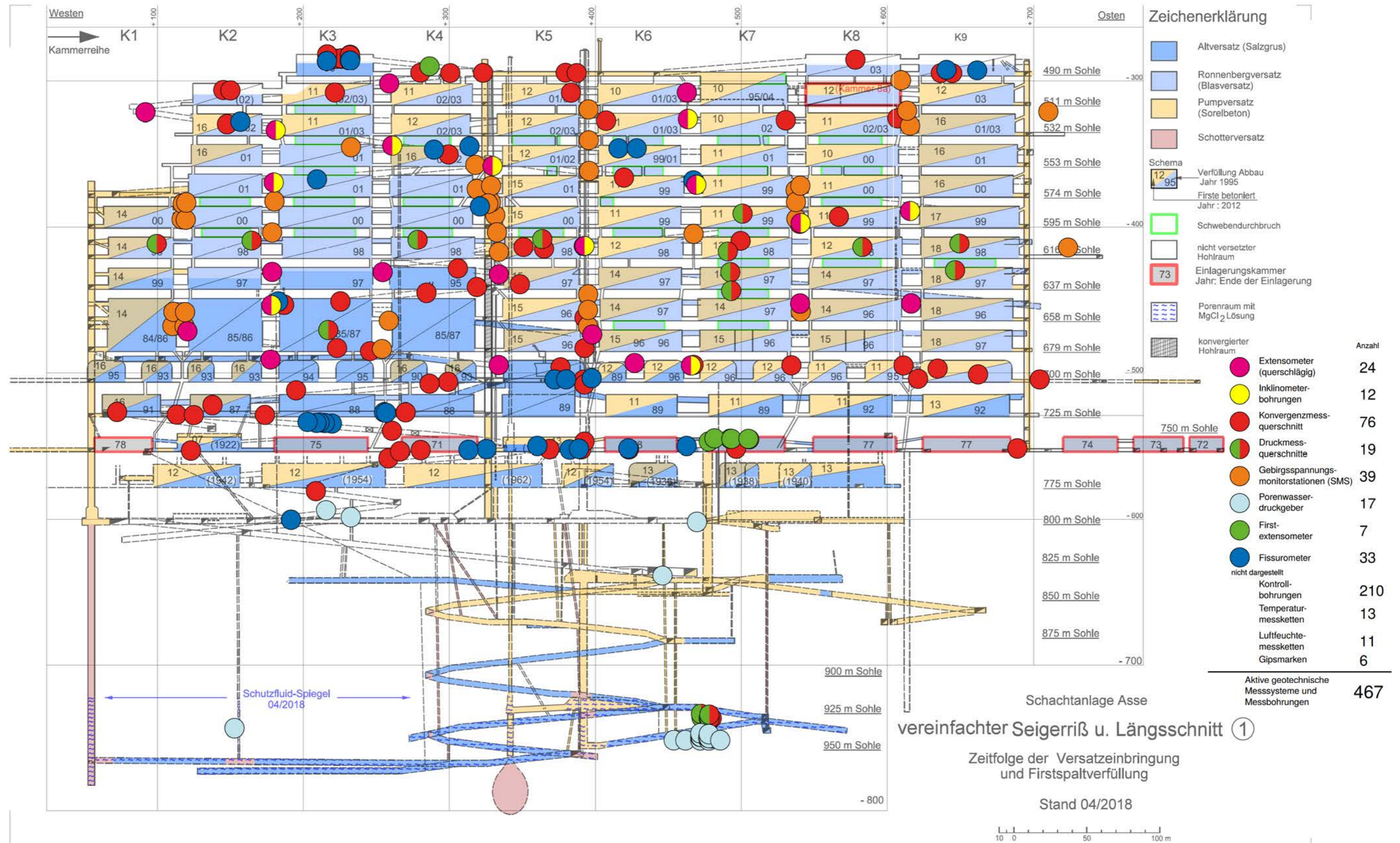
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 198

- [85] Asse-GmbH  
Hauptbetriebsplan für die Schachanlage Asse II für den Geltungszeitraum 01.10.2017 bis 30.09.2019  
Stand: 23.05.2017  
BGE-KZL: 9A/13222000/DB/GB/0012/00  
Asse-GmbH-KZL: 9A/13222000/BPL/DB/LA/0010/00
- [86] Asse-GmbH  
Sonderbetriebsplan Nr. 2/2014 Sanierung der Wendelstrecke zwischen der 750-m-Sohle und der 775-m-Sohle  
Stand: 25.02.2014  
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223000/-/DB/EP/0131/00
- [87] Ercosplan  
Zusammenstellung aller vorliegenden Daten zu den Reichelt-Sümpfen auf der 750-m-Sohle der Schachanlage Asse II  
Stand: 18.11.2011  
BfS-KZL: 9A/64222100/GC/RB/0020/01  
Asse-GmbH-KZL: 9A/62220000/-/GD/BW/0001/00

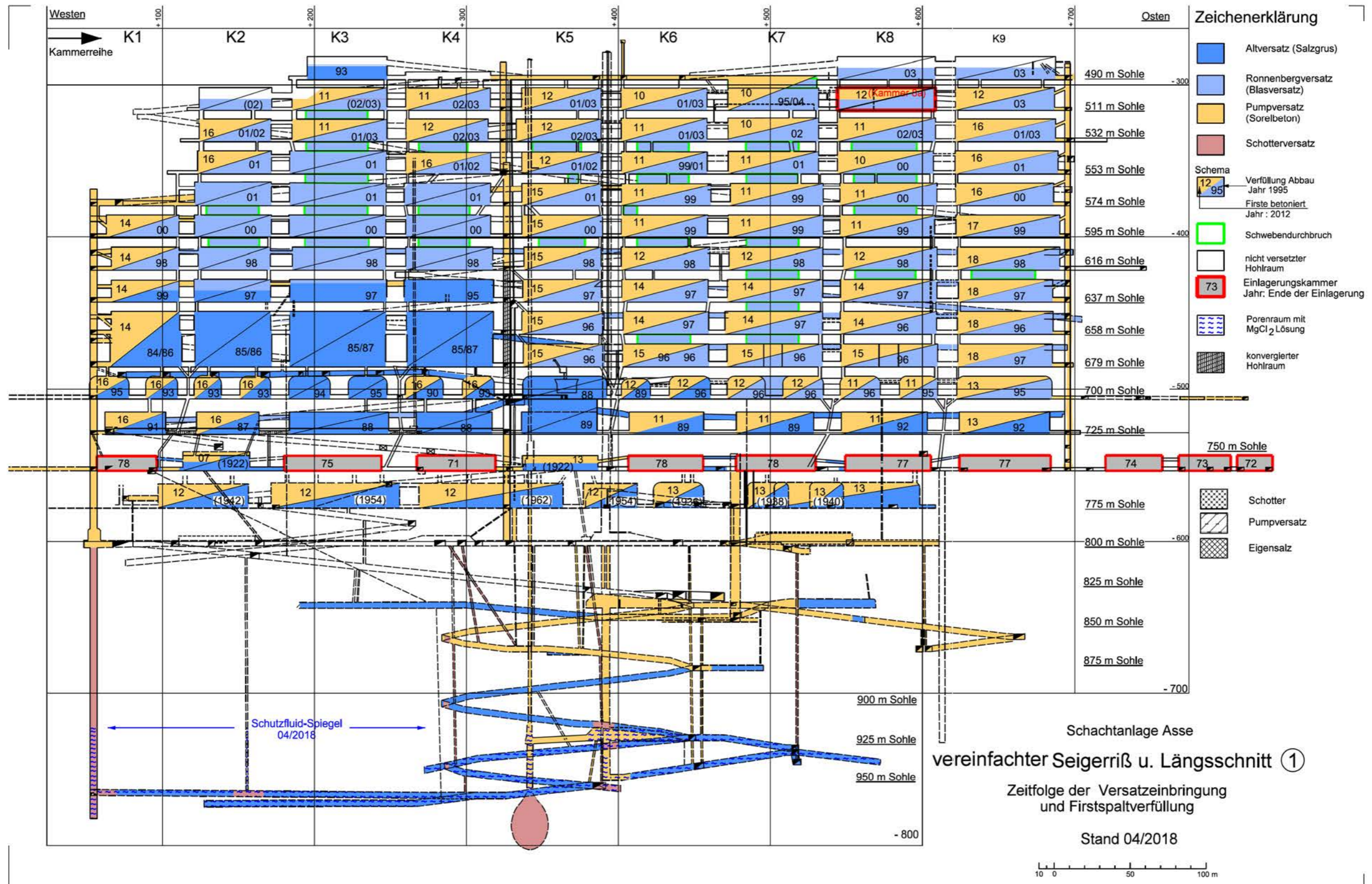


### Anhang 1: Allgemeine Darstellungen

#### Anhang 1.1: Lage der geotechnischen Messstellen



### Anhang 1.2: Zeitfolge der Versatzeinbringung und Firstspaltverfüllung



lfd. Nr.	Abbaubezeichnung [Abbaureihe/Sohle]	Abbauvolumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen ** [m³]	Firstspalt geschätzt [m³]	Verfüllvolumen Sorelbeton bis 03/2018 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
1	1/595	26.367	25.973	350	394	16.07.14 - 17.07.14	
2	1/616	17.217	16.408	369	809	31.07.14 - 06.08.14	
3	1/637	13.187	12.928	339	259	22.09.14 - 23.09.14	
4	1/658	19.284	19.119	220	165	21.10.14 - 22.10.14	
5,6	1/700 und 2/700	13.930	13.445	650	485	26.11.15 - 02.12.15	
	<b>Summe Abbaureihe 1</b>	<b>89.985</b>	<b>87.873</b>	<b>1.928</b>	<b>2.112</b>		
7	2/532	25.346	23.996	1.000	1.350	12.03.12 - 18.07.16	
8	2/553	19.665	19.286	482	379	10.05.16 - 12.09.16	
9	3/4/700	10.569	10.451	600	118	14.12.16 - 15.15.16	
	<b>Summe Abbaureihe 2</b>	<b>55.580</b>	<b>53.733</b>	<b>2.082</b>	<b>1.847</b>		
10	3/511	32.949	31.672	928	1.277	07.01.11 - 09.02.11	
11	3/532	35.315	33.607	743	1.708	18.01.11 - 13.05.11	
	<b>Summe Abbaureihe 3</b>	<b>68.264</b>	<b>65.279</b>	<b>1.671</b>	<b>2.985</b>		
12	4/511	35.895	33.569	750	2.326	07.01.11 - 23.02.11	
13	4/532	33.076	31.151	500	1.925	10.02.12 - 31.05.16	
14	4/553	27.965	27.919	772	46	10.01.12 -	
15,16	7/700 und 8/700	11.467	11.432	140	35	08.12.15 -	
	<b>Summe Abbaureihe 4</b>	<b>108.403</b>	<b>104.071</b>	<b>2.162</b>	<b>4.332</b>		
17	5/511	27.652	26.330	1.000	1.322	16.01.12 - 26.01.12	
18	5/532	30.018	29.355	672	663	03.02.12 - 24.02.12	
19	5/553	24.601	24.184	500	417	10.02.12 - 16.02.12	
20	5/574	27.586	27.202	608	384	01.04.15 - 07.04.15	
21	5/595	21.239	20.432	500	807	09.03.15 - 08.04.15	
22	5/616	18.352	18.175	453	177	19.05.15 - 19.05.15	
23	5/637	12.336	12.195	328	141	30.06.15 - 30.06.15	
24	5/658	10.370	10.046	600	324	09.04.15 - 10.04.15	
25	5/679	19.538	18.564	461	974	13.04.15 - 21.04.15	
	<b>Summe Abbaureihe 5</b>	<b>191.692</b>	<b>186.482</b>	<b>5.122</b>	<b>5.210</b>		
26	6/511	27.652	26.998	691	654	17.06.10 - 06.08.10	
27	6/532	25.673	23.919	791	1.754	07.12.09 - 28.06.11	
28	6a/532	17.477	13.379	3.354	4.098	02.08.13 - 13.03.14	
29	6/553	28.365	27.868	576	497	20.08.10 - 08.03.11	
30	6/574	25.720	25.181	567	539	23.02.11 - 12.03.11	
31	6/595	30.483	30.078	645	405	30.06.11 - 04.07.11	
32	6/616	23.430	23.324	581	106	02.05.12 - 02.05.12	
33	6/637	14.296	14.084	200	212	05.03.14 - 23.06.14	
34	6/658	15.584	14.641	200	943	02.06.14 - 05.06.14	
35	6/679	16.796	16.676	276	120	25.02.15 - 25.02.15	
36,37	11 + 12/700	21.798	21.008	2.752	790	08.07.11 - 06.03.12	
38	6/725	14.207	13.976	721	231	30.05.11 - 31.05.11	
	<b>Summe Abbaureihe 6</b>	<b>261.481</b>	<b>251.132</b>	<b>11.354</b>	<b>10.349</b>		
39	7/490	18.303	16.871	614	1.432	17.06.10 - 03.08.10	
40	7/511	28.960	28.629	365	331	22.04.10 - 27.04.10	mit Nebenabbauen 7a u. 7b/511
41	7/532	29.954	27.978	824	1.976	15.03.10 - 21.05.10	
42	7/553	26.095	25.677	1.309	418	11.08.10 - 08.03.10	
43	7/574	29.388	28.979	777	409	14.03.11 - 14.03.11	
44	7/595	29.185	27.578	726	1.607	05.07.11 - 16.08.11	
45	7/616	27.239	25.462	6.652	1.777	19.04.12 - 02.05.12	
46	7/637	37.183	36.645	300	538	28.02.14 - 25.06.14	
47	7/658	29.087	28.950	300	137	27.05.14 - 28.05.14	
48	7/679	24.550	21.629	600	2.921	25.02.15 - 25.03.15	
49,50	13 + 14/700	34.188	32.842	4.206	1.346	08.09.11 - 06.03.12	
51	7/725	16.546	16.039	755	507	08.06.11 - 15.11.11	
	<b>Summe Abbaureihe 7</b>	<b>330.678</b>	<b>317.279</b>	<b>17.428</b>	<b>13.399</b>		
lfd. Nr.	Abbaubezeichnung [Abbaureihe/Sohle]	Abbauvolumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen ** [m³]	Firstspalt geschätzt [m³]	Verfüllvolumen Sorelbeton bis 03/2018 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
52	8/511	28.228	24.178	3.084	4.050	29.11.11 - 13.01.12	
53	8/532	30.369	28.368	785	2.001	05.02.10 - 21.06.11	
54	8/553	29.586	28.788	534	798	11.08.10 - 19.08.10	
55	8/574	30.883	30.020	513	863	14.03.11 - 19.03.11	
56	8/595	31.588	31.371	472	217	17.08.11 - 18.08.11	
57	8/616	28.642	26.334	730	2.308	19.03.12 - 03.04.12	
58	8/637	28.841	28.521	350	320	25.02.14 - 25.06.14	
59	8/658	28.841	27.326	400	1.515	19.05.14 - 27.05.14	
60	8/679	27.906	25.711	1.250	2.195	02.02.15 - 13.02.15	
61,62	15 + 16/700	24.715	22.205	3.478	2.510	15.09.11 - 13.10.11	
63	8/725	19.423	19.074	893	349	14.06.11 - 14.11.11	
	<b>Summe Abbaureihe 8</b>	<b>309.022</b>	<b>291.896</b>	<b>12.489</b>	<b>17.126</b>		
64	9/511	30.268	28.342	1.879	1.926	24.03.11 - 08.02.12	
65	9/532	32.514	32.003	797	511	15.09.16 - 21.09.16	
66	9/553	32.727	30.968	1.119	1.759	04.10.16 - 13.10.16	
67	9/574	33.354	31.071	877	2.283	07.11.16 - 18.11.16	
68	9/595	31.024	30.001	861	1.023	02.01.17 - 09.01.17	
69	9/616	34.105	29.004	785	5.101	04.07.17 -	
70	9/637	35.760	35.635	686	125	27.03.18 -	
71	9/658	27.034	25.878	643	1.156	18.01.18 -	
72	9/679	23.032	21.365	691	1.667	14.02.18 -	
73,74	17 + 18/700	20.646	18.797	1.000	1.849	19.12.12 - 26.09.13	
75	9/725	19.208	18.457	918	751	17.07.13 - 07.10.13	
	<b>Summe Abbaureihe 9</b>	<b>319.672</b>	<b>301.521</b>	<b>10.256</b>	<b>18.151</b>		
	<b>Summe I (Abbaureihe 1 bis 9)</b>	<b>1.734.777</b>	<b>1.659.266</b>	<b>64.492</b>	<b>75.511</b>		

\* unter Berücksichtigung der Konvergenz für 2016 kalkuliertes Volumen  
 \*\* Abbauvolumen abzüglich Firstspaltvolumen geplant bzw. nach Betonage Istvolumen


Anteil der Versatzarten am Hohraumvolumen [%]		
	aktuell geplant	Ist
Salzversatz	95,6%	95,6%
Sorelbetonversatz	4,4%	4,4%

**Anhang 1.3: Status und Bilanzierung der Versatzanteile aus der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 1 bis 9 einschließlich der Verfüllung weiterer Resthohlräume im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle, Stand: 31.03.2018**


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNN	NNAAAAAN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE

Blatt: 201



BCE BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	


Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 202

## Weitere Hohlraumverfüllungen im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle

lfd. Nr.	Abbau bzw. Grubenbereich	Volumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen [m³]		Verfüllvolumen Sorelbeton bis 03/2018 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
73	Abbaubegleitstr. 725mS	5.120	3.685		1.435	16.05.11 - 25.04.13	
74	Wendelstrecke 637mS	-	-		4.849	24.09.12 - 09.01.14	
75	Blindschacht 2: 553mS	-	-		894	11.07.11 - 26.08.11	
76	Zufahrt Richtstr. n. O. 637mS	-	-		1.494	19.11.12 - 30.11.12	
77	Blindschacht 2a + Zugänge	-	-		1.917	24.01.13 - 06.08.13	
78	Blindschacht 1 + Zugänge	-	-		2.820	30.01.13 - 15.07.13	
79	Abbau 1/574	255	-		777	28.06.13 - 13.01.15	
80	Richtstr. n. W. 637mS	-	-		3.161	24.10.13 - 03.12.13	
81	Transportbrg. 637-/725mS	-	-		76	26.02.14 - 28.02.14	SBS-725-6
82	östl. Abbaubegleitstr. 658mS	8.034	5.871		2.163	05.05.14 - 20.06.14	
83	Teil Abbaubegleitstr. 574mS	-	-		2.819	30.09.14 - 05.11.14	
84	Begleitstr. vor Abbau 1/616	1.755	1.680		75	07.08.14 - 07.08.14	
85	Begleitstr. vor Abbau 1/595	-	-		2.355	20.11.14 - 15.12.14	
86	Wetterstr. zum BS 1 574mS	-	-		3.465	15.12.14 - 27.01.15	RH-574-3
87	Durchhieb Pfeiler 5/6 511mS	-	-		51	22.10.14 - 23.10.14	DH-511-55
88	Richtstr. nach Osten 679mS	8.700	7.800		900	15.01.15 - 25.03.15	RH-679-8
89	Begleitstr. vor Abbau 5/679	-	-		370	13.02.15 - 18.02.15	RH-679-2
90	westl. zugang Abbau 3/553	-	-		66	18.03.15 - 20.04.15	RH-553-6.1
91	Begleitstr. vor Abbau 5/616	-	-		143	05.05.15 - 19.05.15	RH-616-3 und RH-616-3.1
92	Abbau 7a/532	-	-		2.697	25.03.15 - 12.06.15	RH-532-3
93	östl. Abbaubegleitstr. 511mS	-	-		1.976	30.06.15 - 24.07.15	RH-511-3 und RH 511-3.1
94	südl. Richtstrecke 490mS	-	-		2.623	26.08.15 - 06.10.15	RH-490-8
95	Teilbereich Abbau 7b/532	-	-		2.583	20.08.15 - 28.10.15	RH-532-2
96	Diagonalstr. vor Abbau 3/658	-	-		1.388	20.10.15 - 25.07.16	RH-658-3
97	Richtstr. n. Westen 700mS	5.224	4.093		1.131	05.10.15 -	RH-700-24
	Summe II	29.089	23.129		42.230		
	Gesamt (Summe I + II)	1.763.866	1.682.395		117.741		

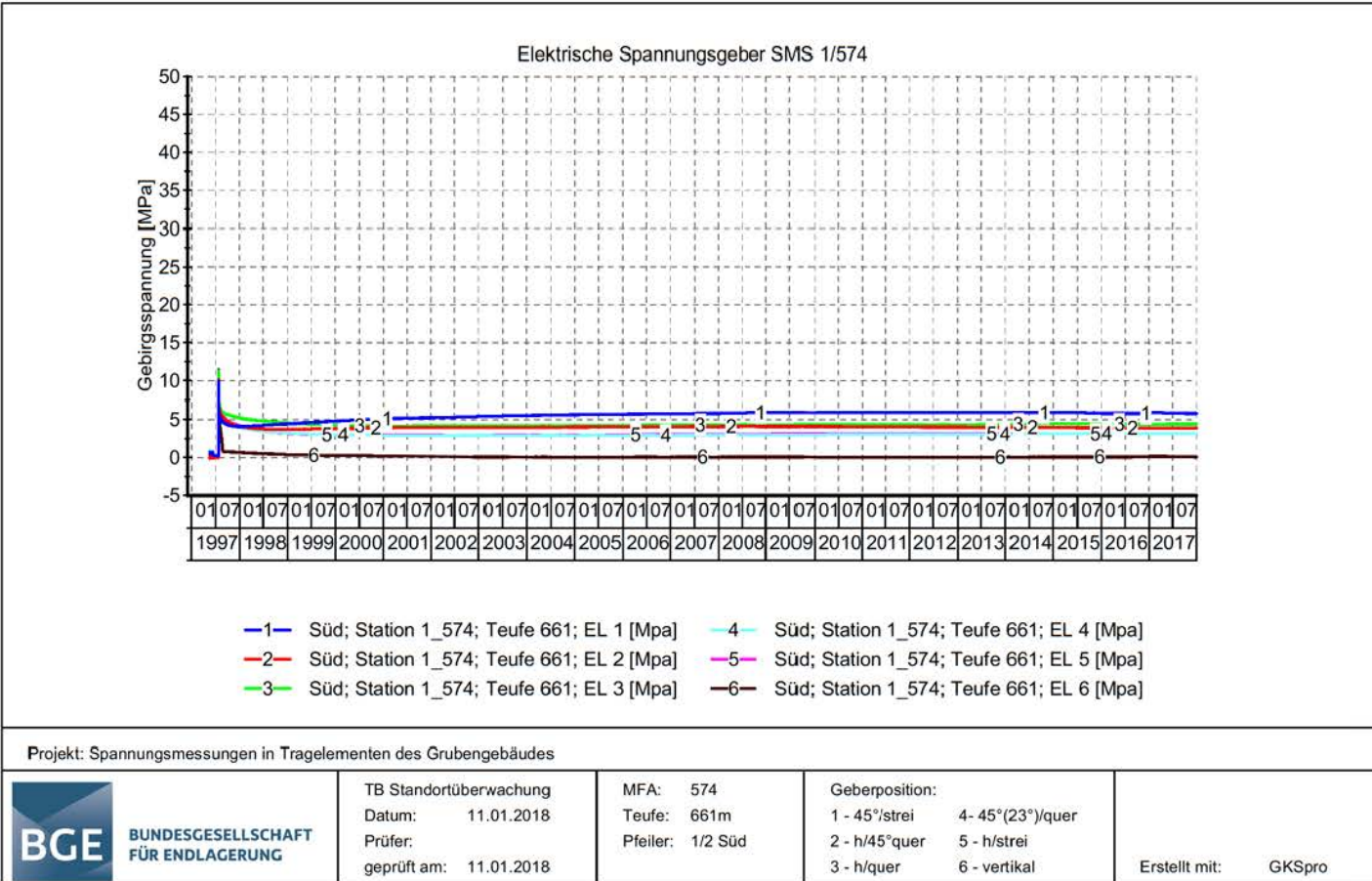
\* unter Berücksichtigung der Konvergenz für 2016 kalkuliertes Volumen

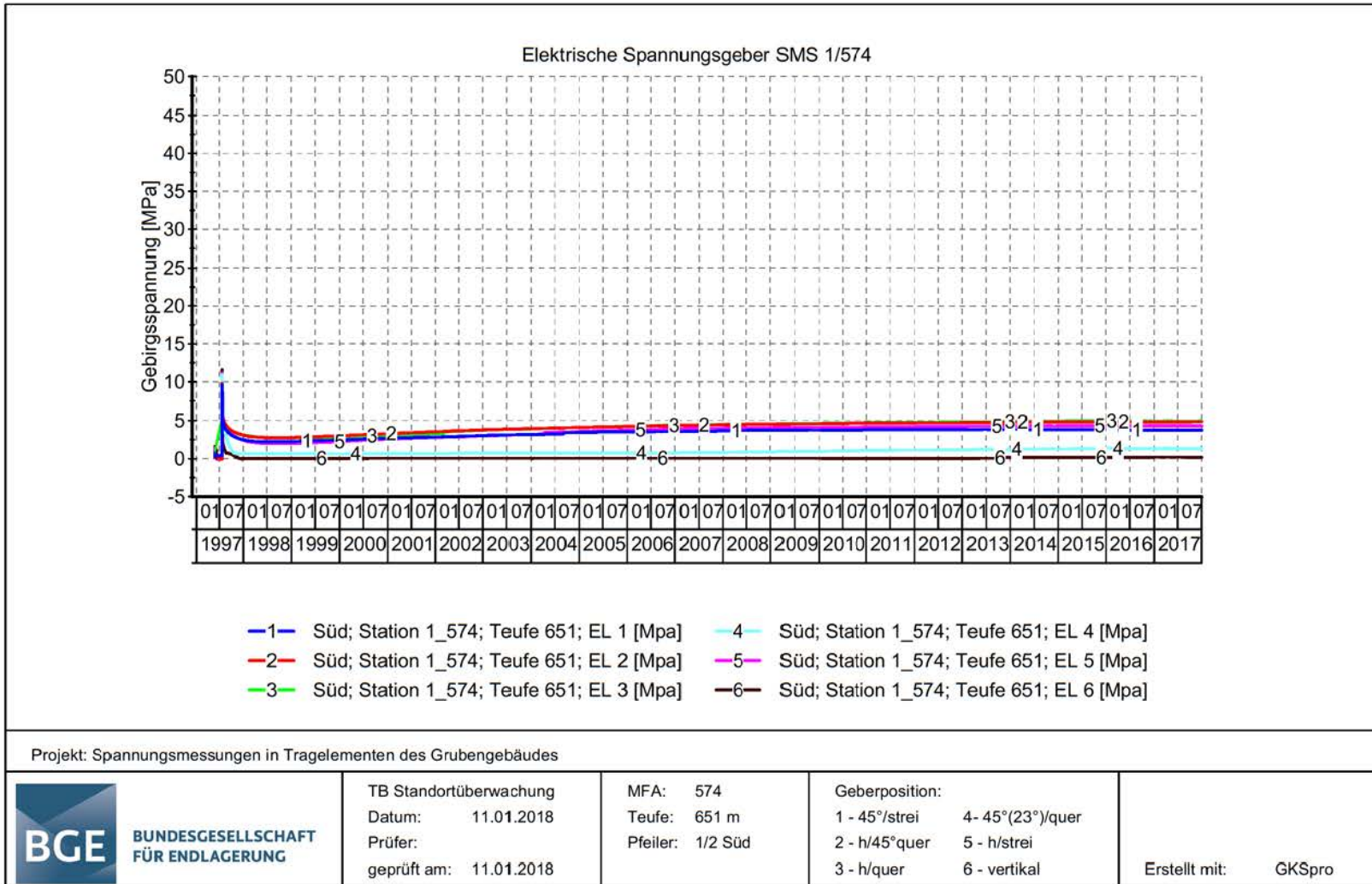
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							00	
Blatt: 203							 BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	

## Anhang 2: Gebirgsspannungsmessungen

### Anhang 2.1: Westflügel

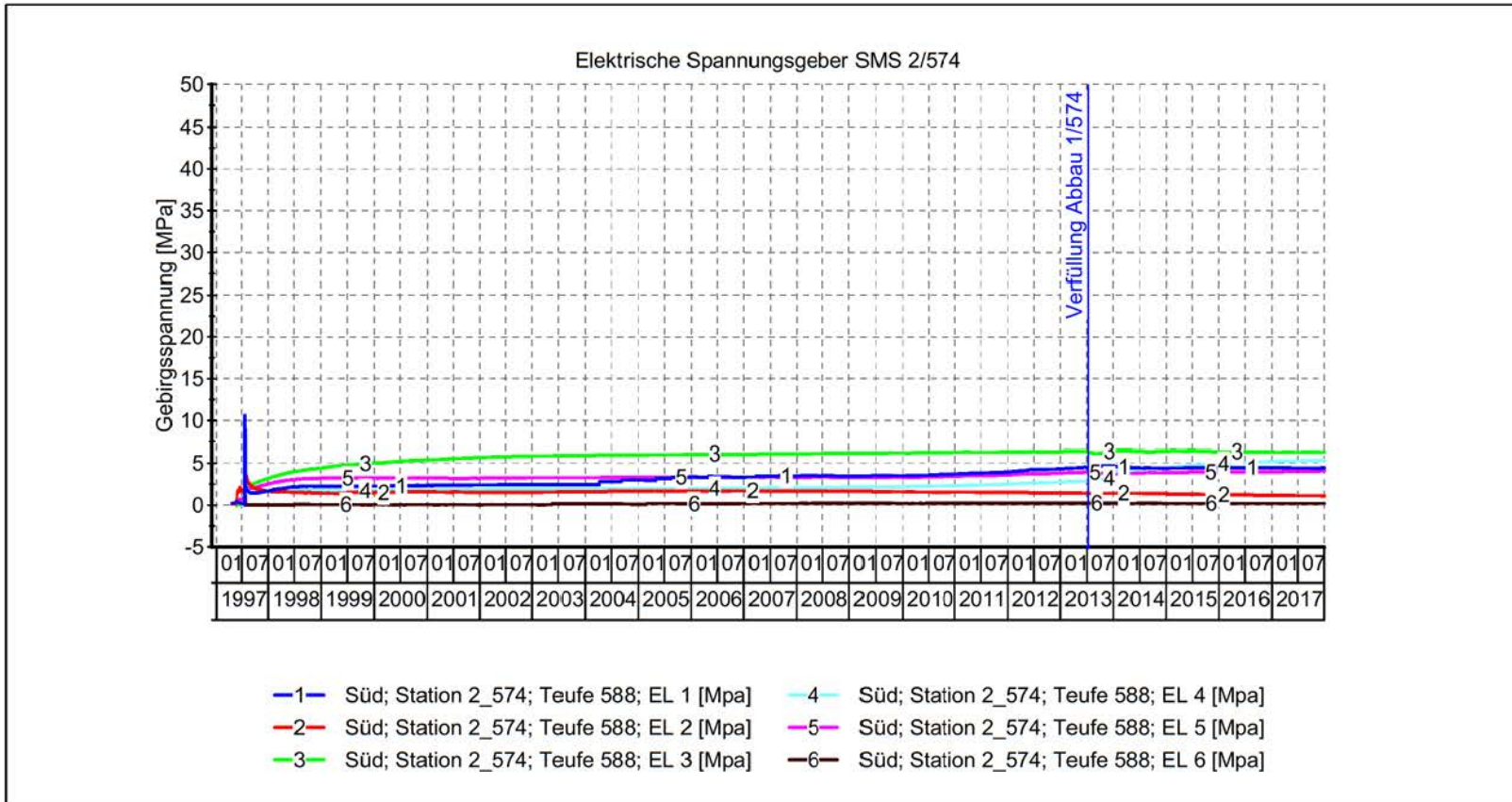
#### Messwertdarstellung SMS 1/574, Pfeiler 1/2-Süd, 661 m Teufe






**Messwertdarstellung SMS 1/574, Pfeiler 1/2-Süd, 651 m Teufe**


Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 204	
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA
9A	64300000	GMÜ	AAANN
			AANN
			AAAA
		GC	AA
		BT	0016
			NN
			NN
			00
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>			

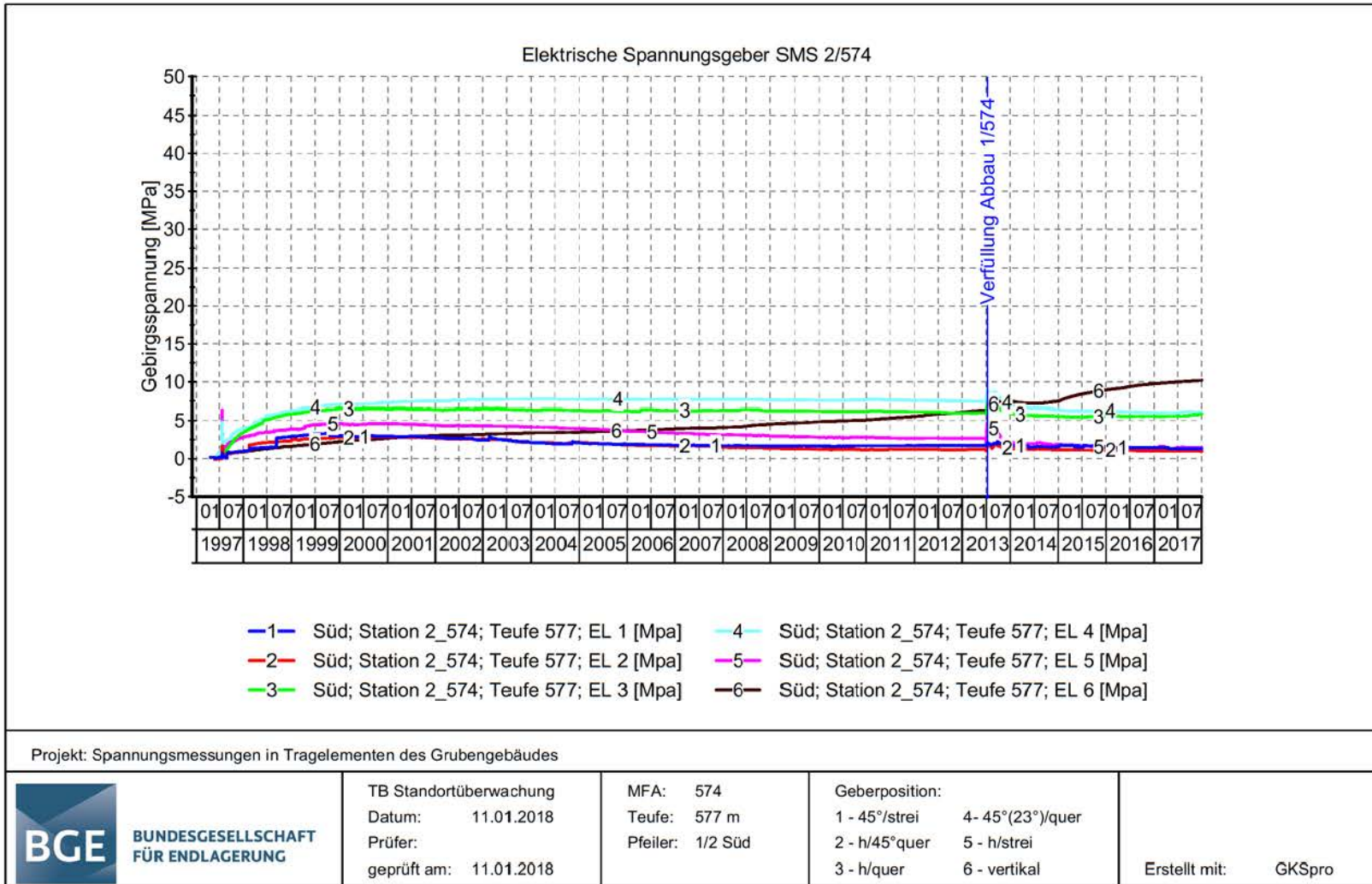


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 574	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 588 m	1 - 45°/strei 4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 1/2 Süd	2 - h/45°quer 5 - h/strei	3 - h/quer 6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 2/574, Pfeiler 1/2-Süd, 588 m Teufe**

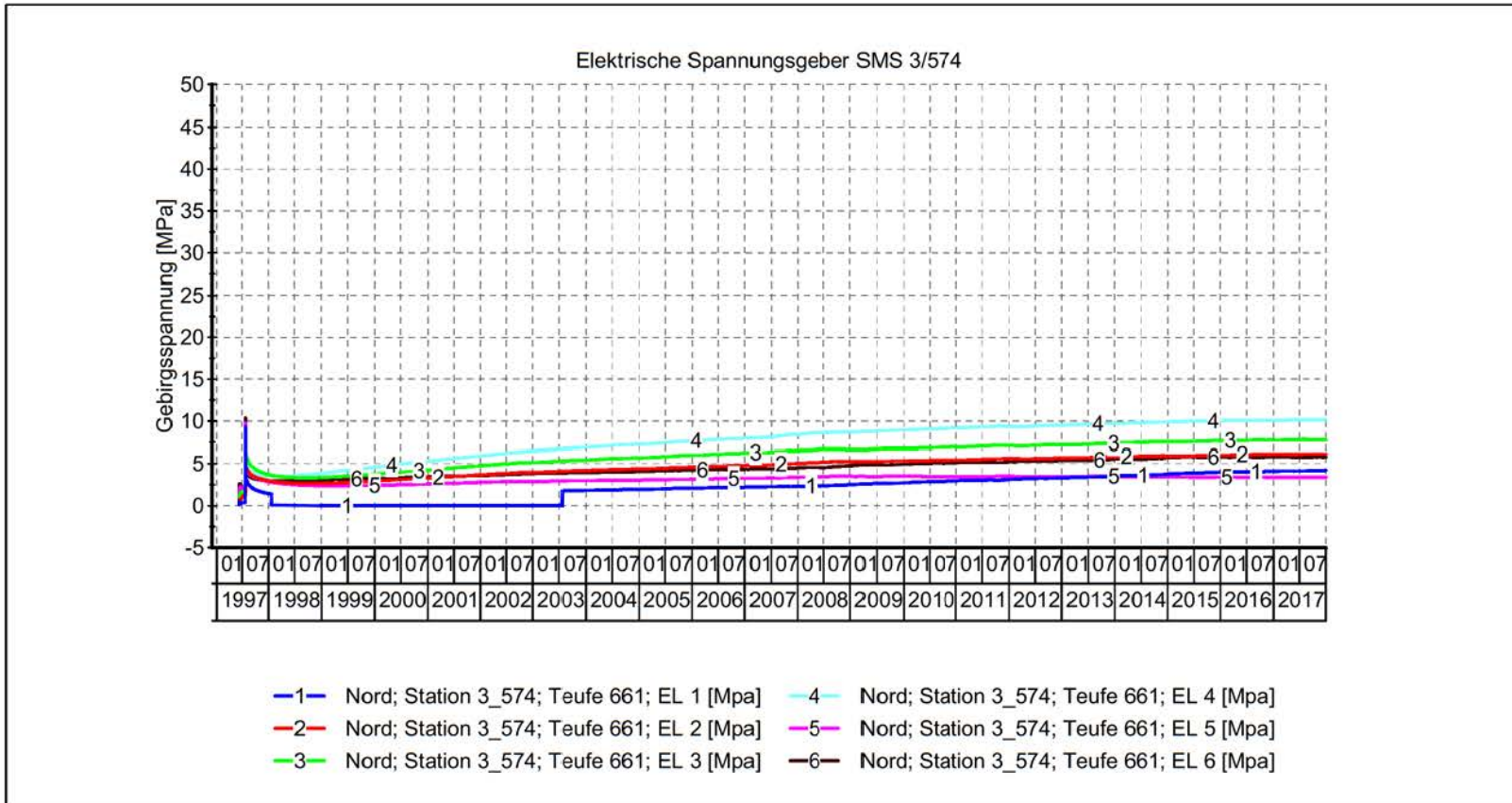
Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
Blatt: 205													




**Messwertdarstellung SMS 2/574, Pfeiler 1/2-Süd, 577 m Teufe**

Projekt		PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/N		NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A		64300000	GMÜ			GC	BT	0016
00								
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								Blatt: 206
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>								




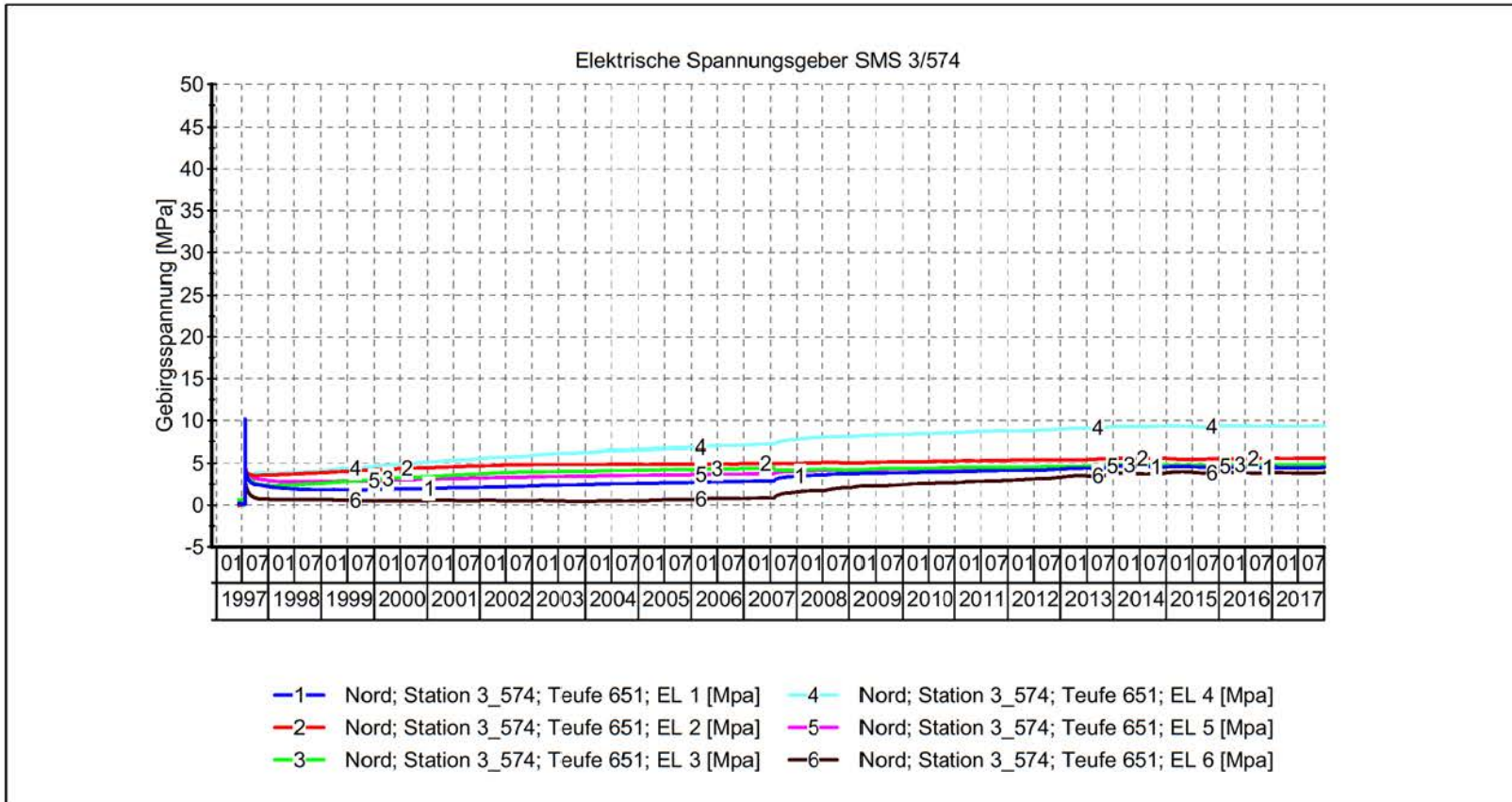


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 574	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 661 m	1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 1/2 Nord	2 - h/45°quer 5 - h/strei	3 - h/quer 6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 3/574, Pfeiler 1/2-Nord, 661 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 207																	
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>																	

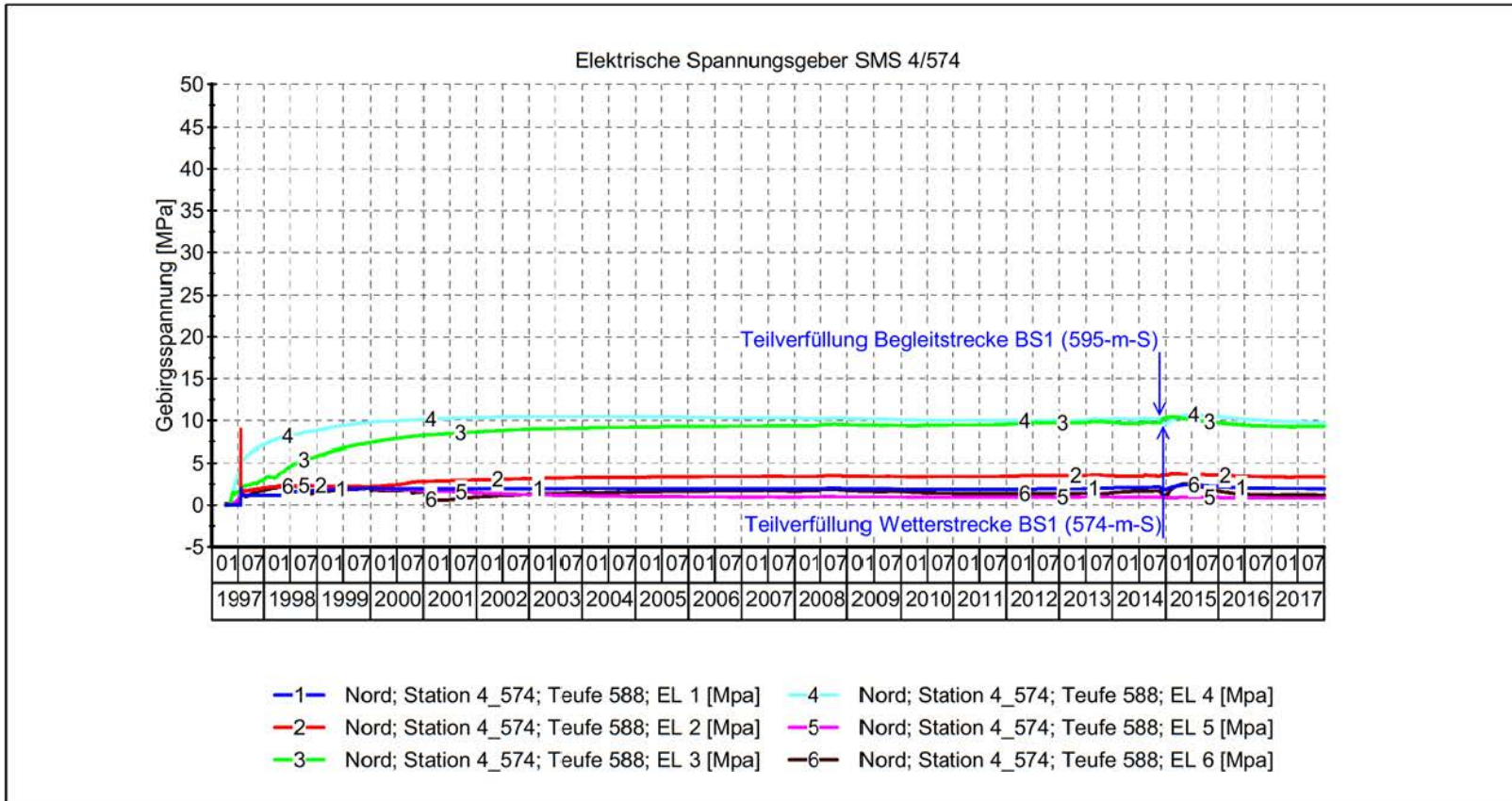


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 574 Teufe: 651 m Pfeiler: 1/2 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer    6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes			

**Messwertdarstellung SMS 3/574, Pfeiler 1/2-Nord, 651 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 208						<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>

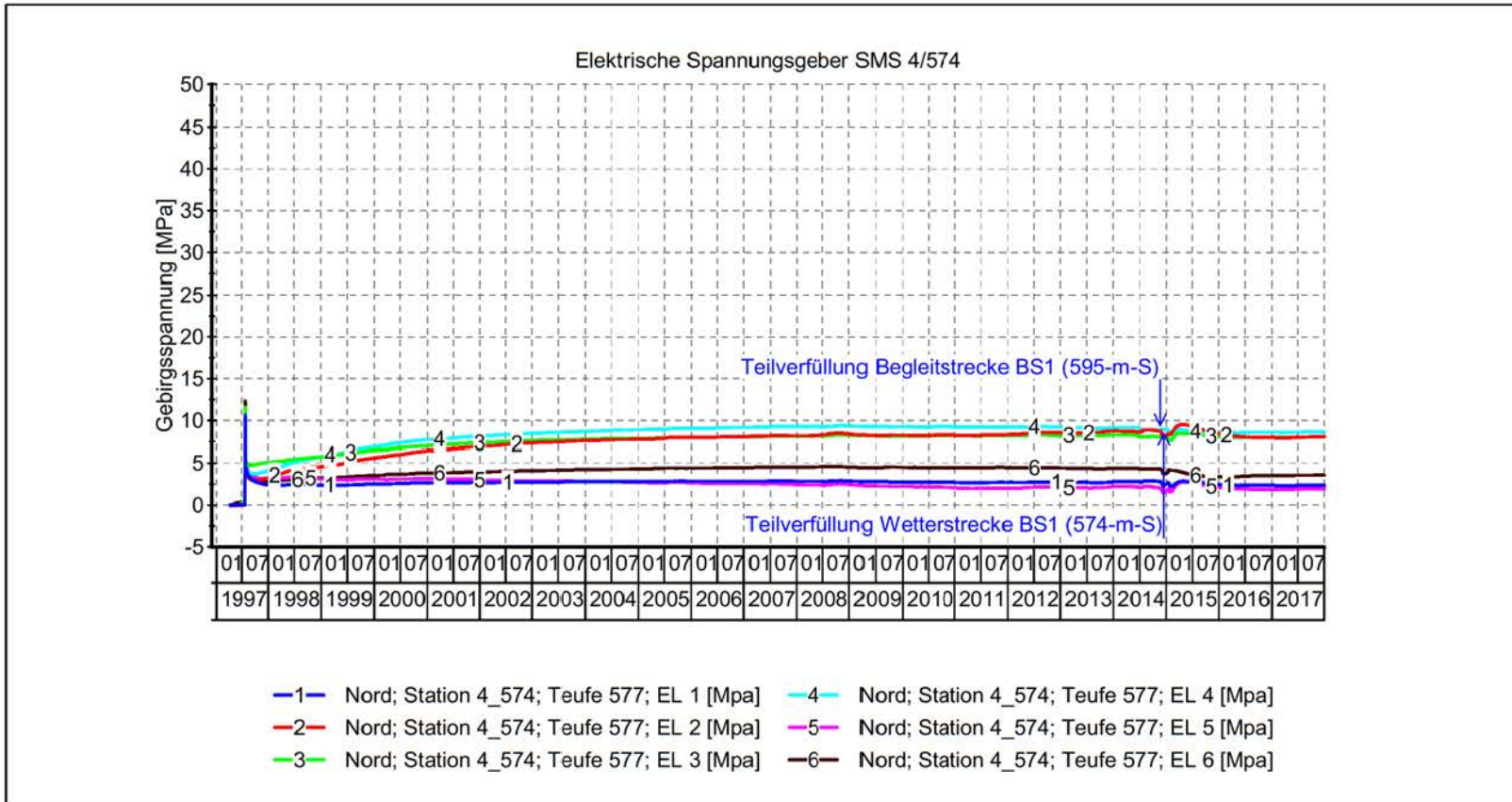


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 574 Teufe: 588 m Pfeiler: 1/2 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer    6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>			

**Messwertdarstellung SMS 4/574, Pfeiler 1/2-Nord, 588 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AANN	GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 209							
<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>							

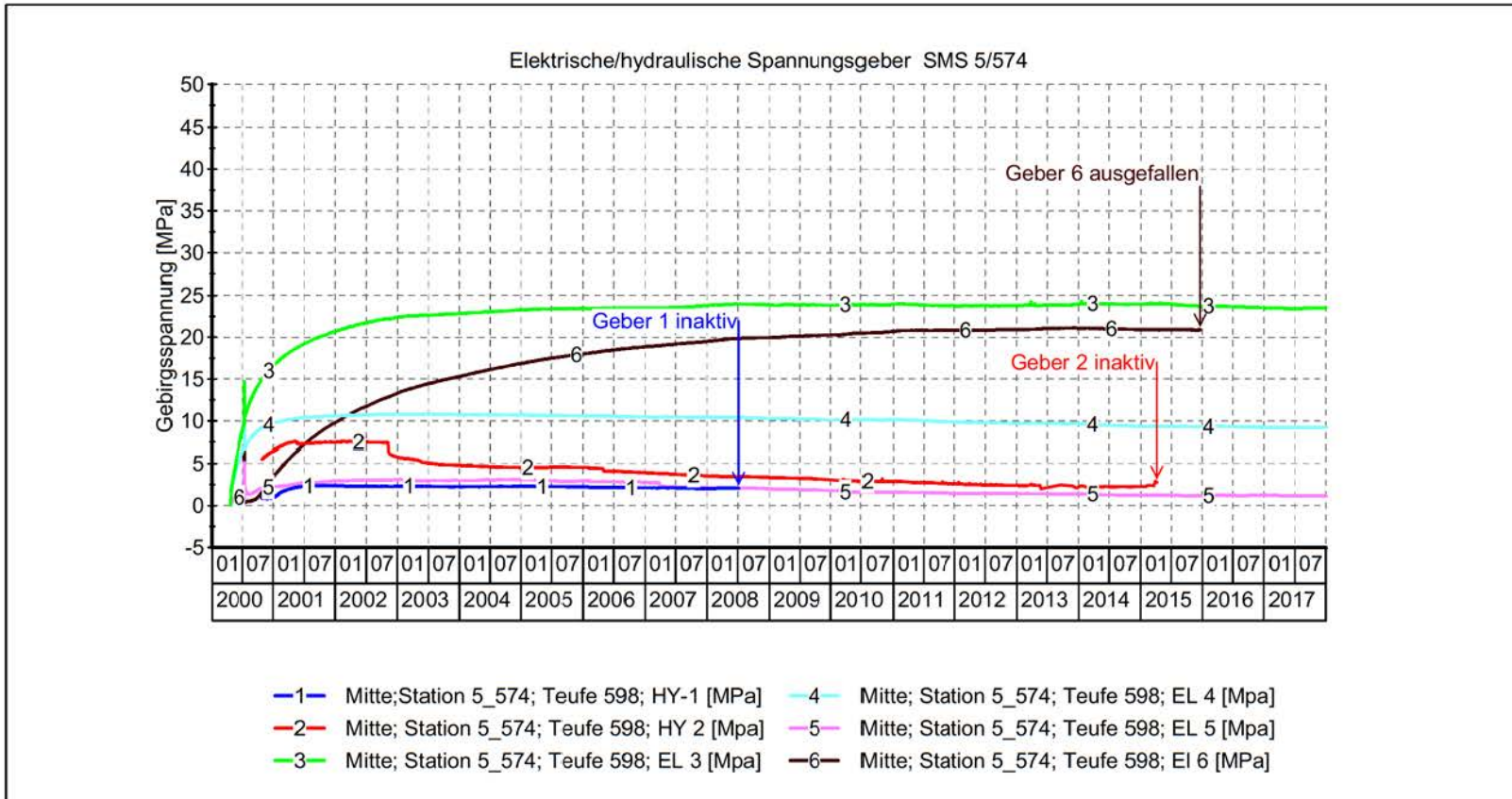


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 574 Teufe: 577 m Pfeiler: 1/2 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer        6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>			

**Messwertdarstellung SMS 4/574, Pfeiler 1/2-Nord, 577 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 210						<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>

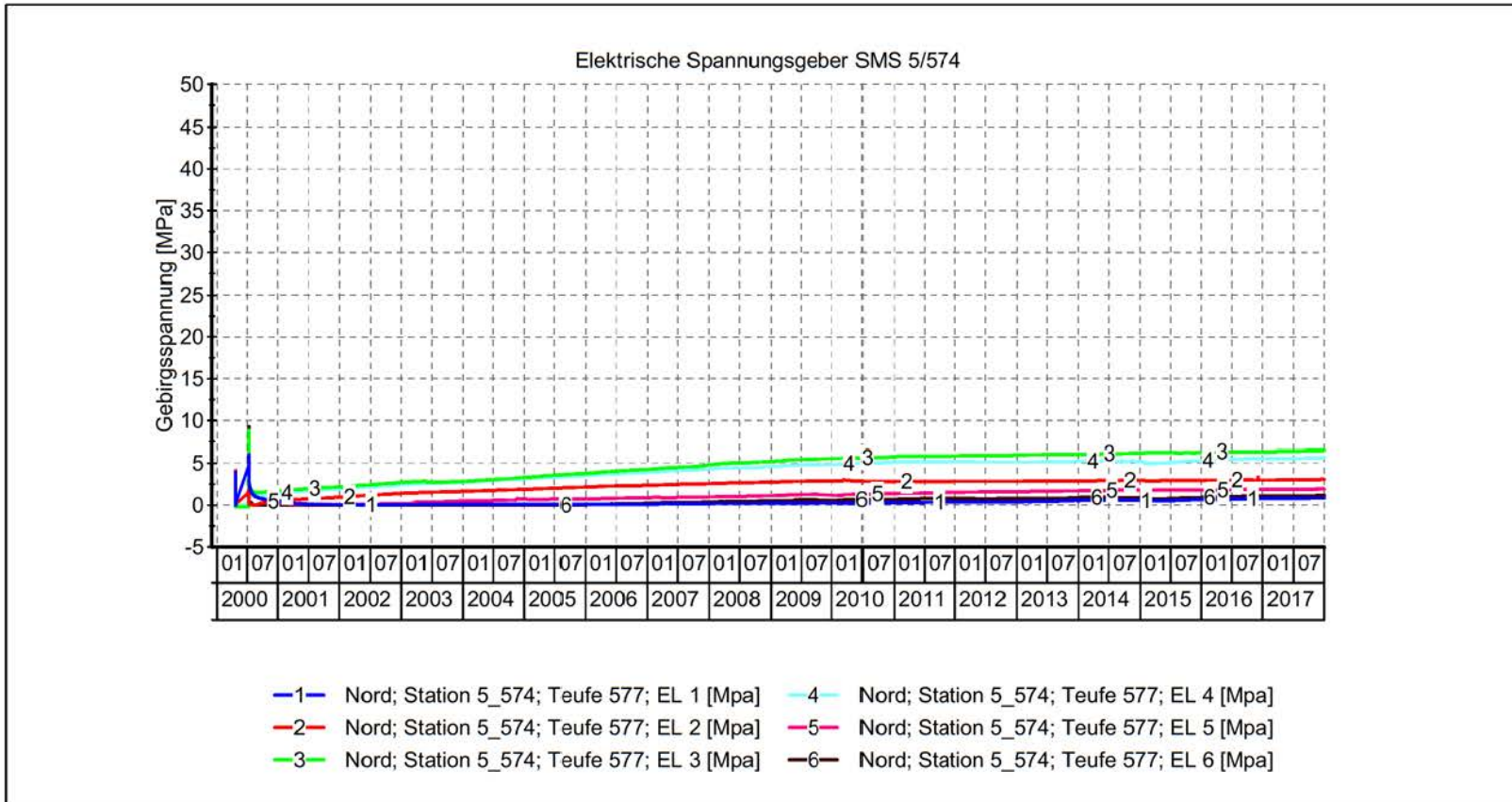


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 574	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 598 m	1 - 45°/strei    4- 45°(23°)/quer	
	Prüfer:	Pfeiler: 2/3 Pfeilermitte	2 - h/45°quer    5 - h/strei	
	geprüft am: 11.01.2018		3 - h/quer        6 - vertikal	

**Messwertdarstellung SMS 5/574, Pfeiler 2/3-Mitte, 598 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNAAANN		AAANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 211															
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>															

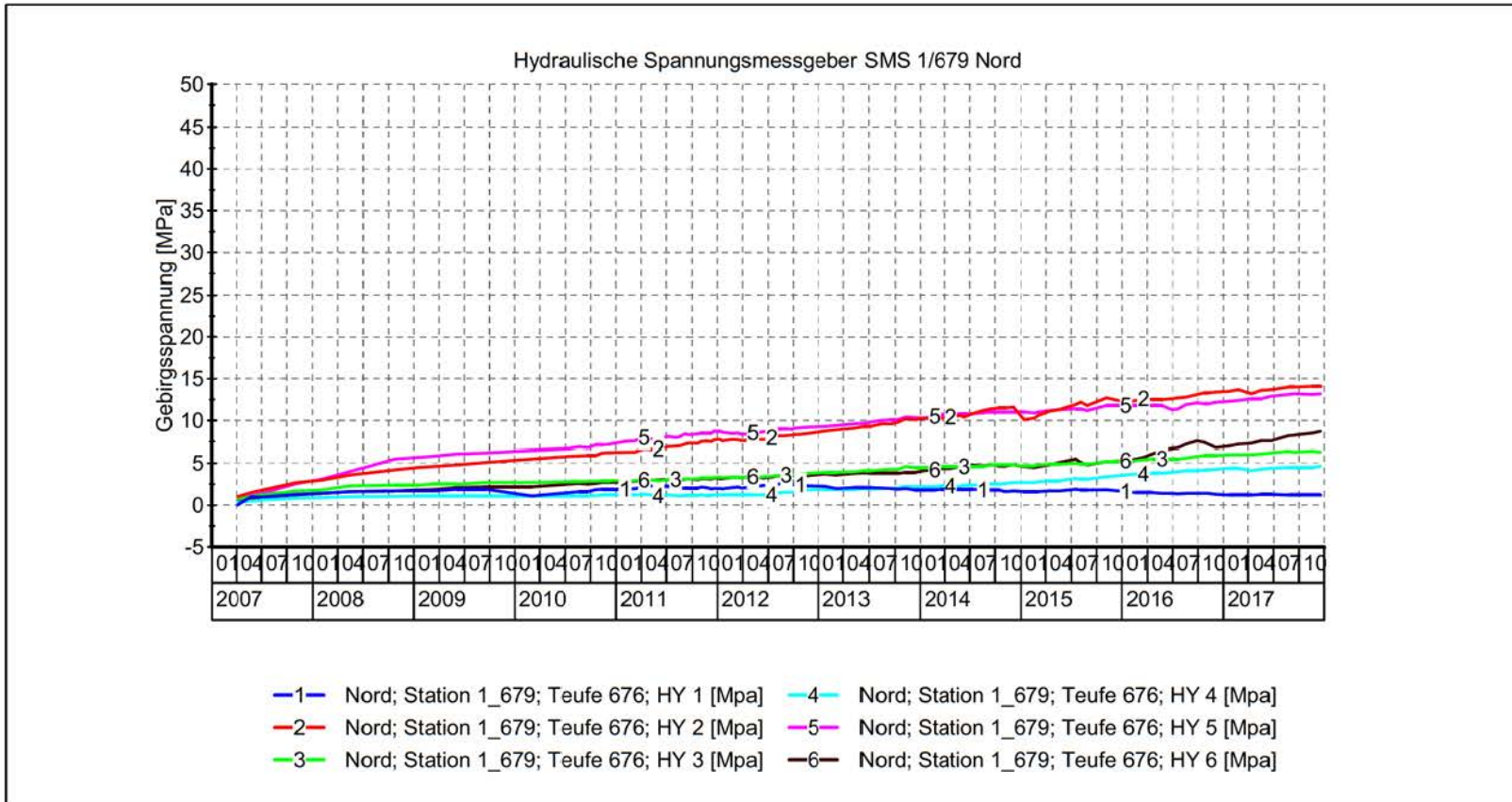


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 574	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 577 m	1 - 45°/strei    4- 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 2/3 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 5/574, Pfeiler 2/3-Nord, 577 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
Blatt: 212													



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

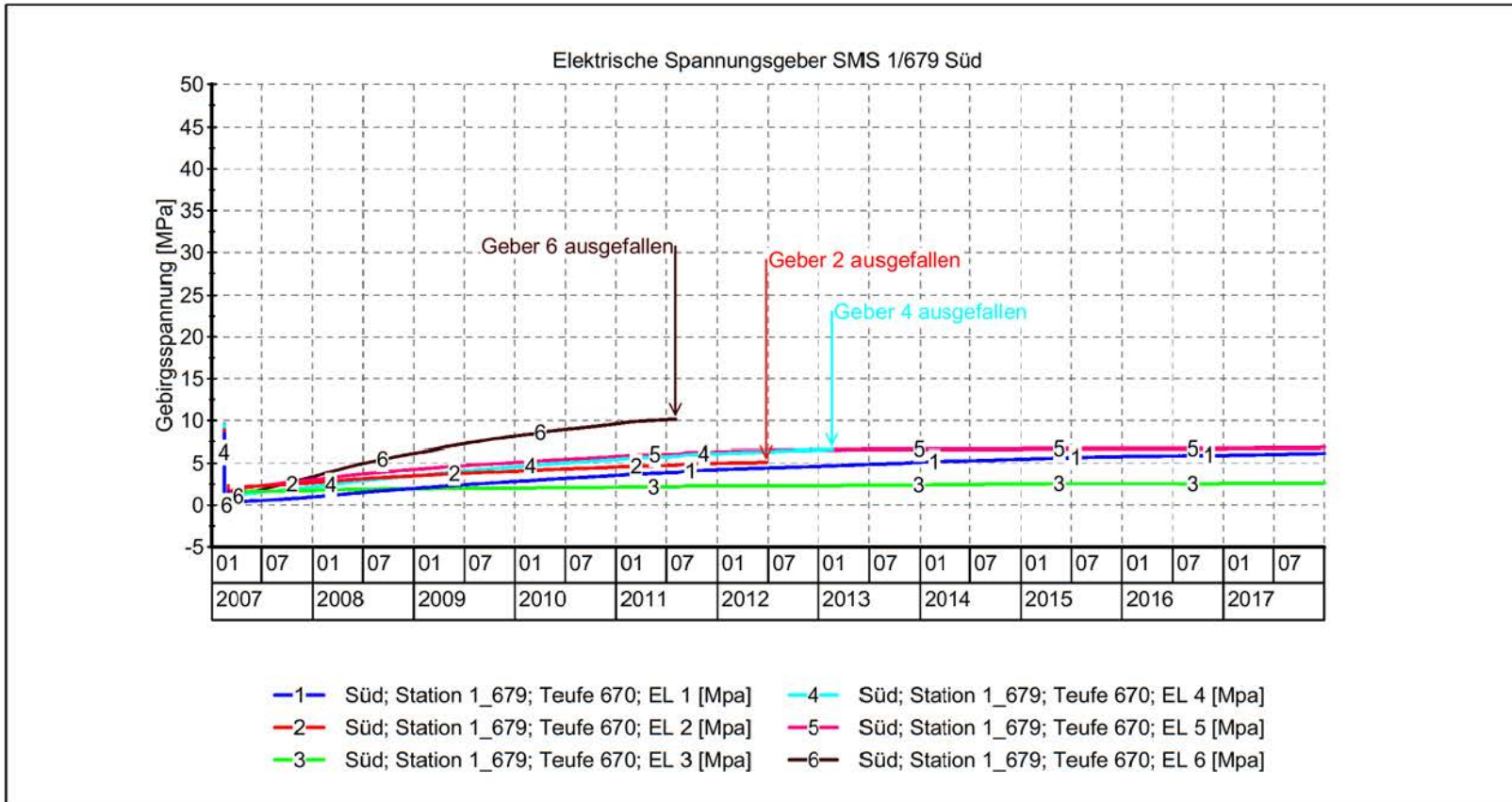
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 658	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 676 m	1 - 45°/strei 4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 3/4 Nord	2 - h/45°quer 5 - h/strei	3 - h/quer 6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 1/679, Pfeiler 3/4-Nord, 676 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 213															
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>															







Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

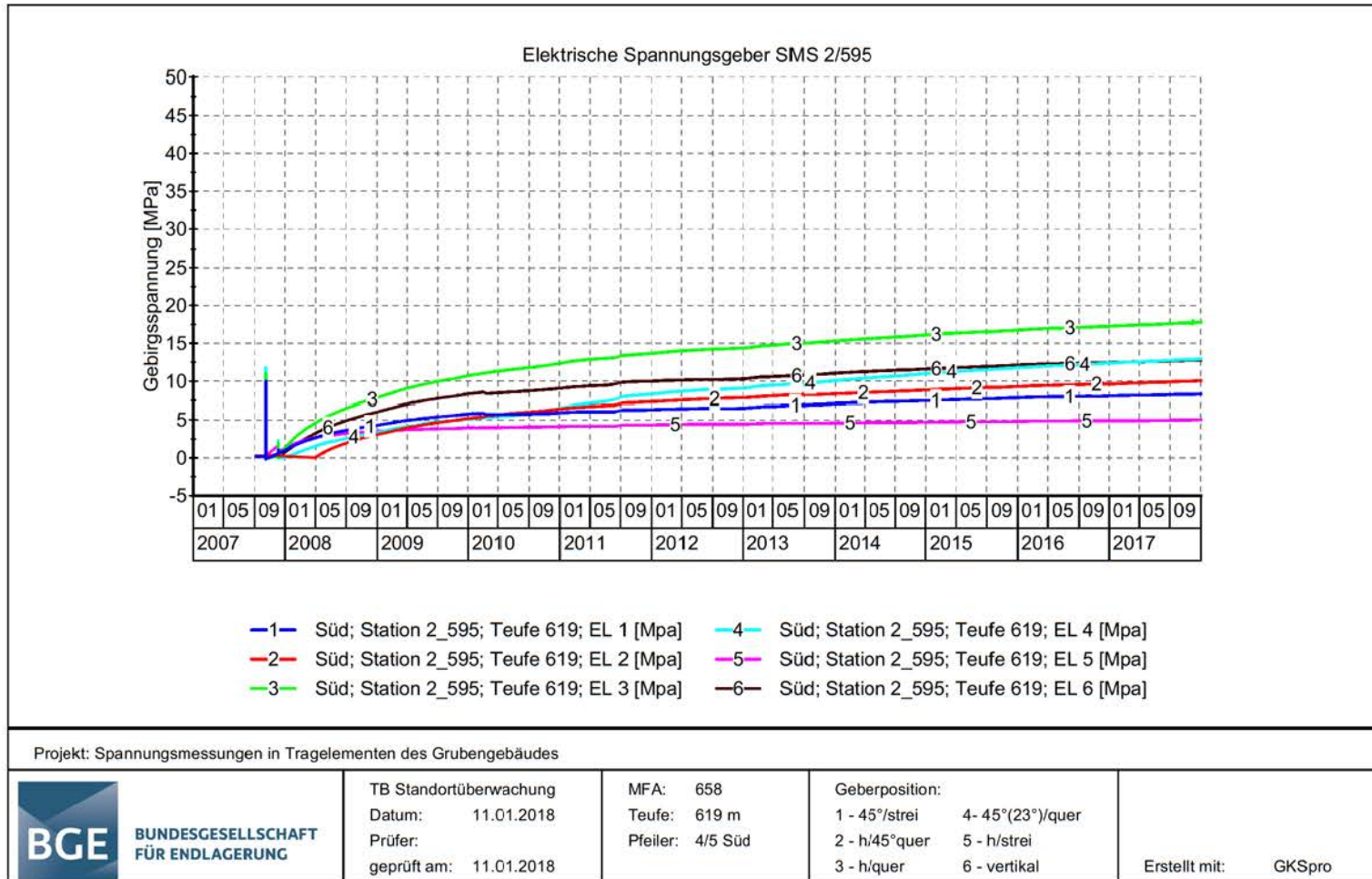
<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	TB Standortüberwachung Datum: 24.05.2018 Prüfer: geprüft am: 24.05.2018	MFA: 658 Teufe: 670 m Pfeiler: 3/4 Süd	Geberposition: 1 - 45°/strei     4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer     5 - h/strei 3 - h/quer     6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>			

**Messwertdarstellung SMS 1/679, Pfeiler 3/4-Süd, 670 m Teufe**

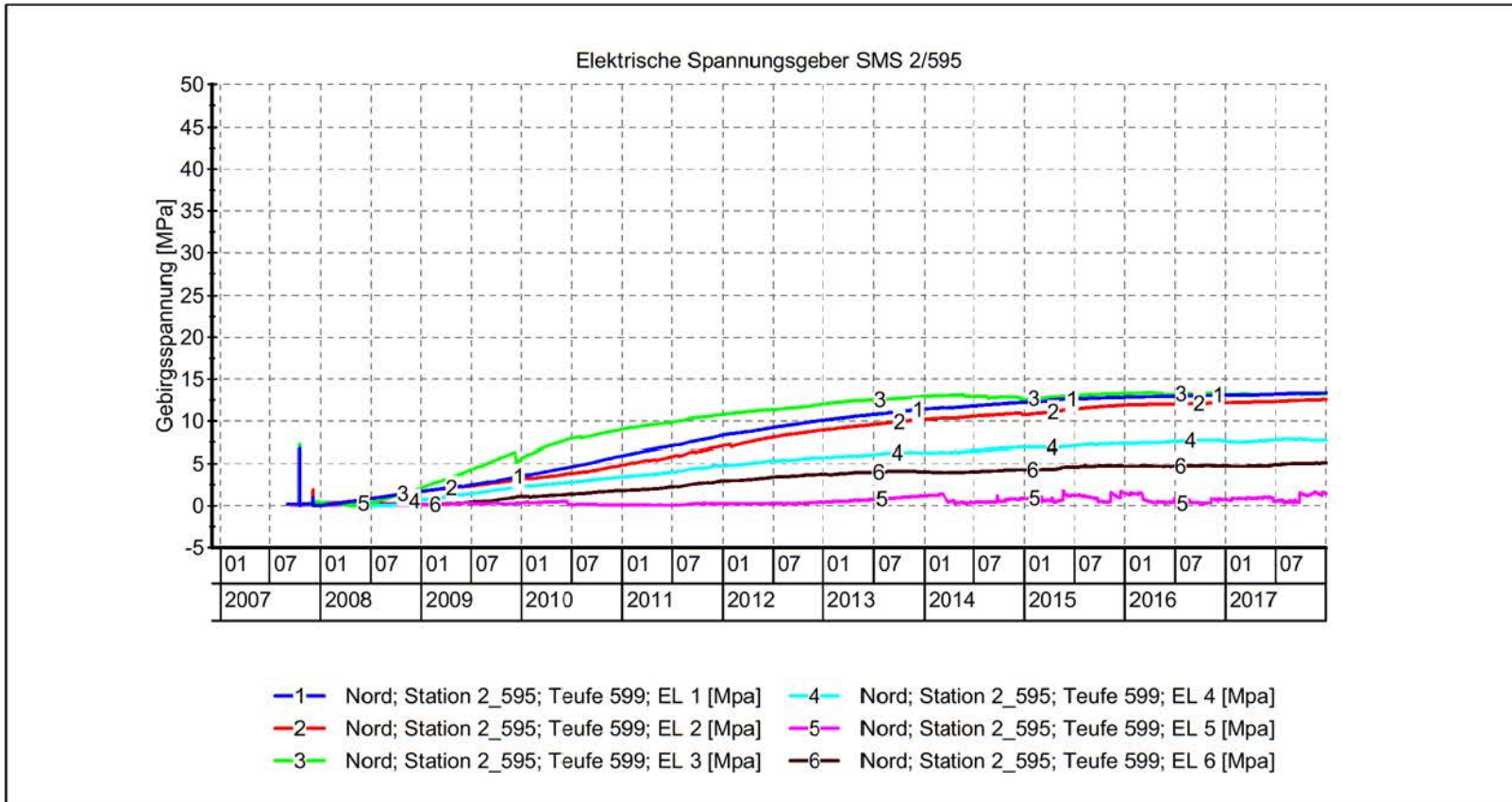
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AAAN	GC	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 215							<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
Blatt: 216								

**Anhang 2.2: Bereich des Hauptfeilers 4/5**  
**Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Süd, 619 m Teufe**






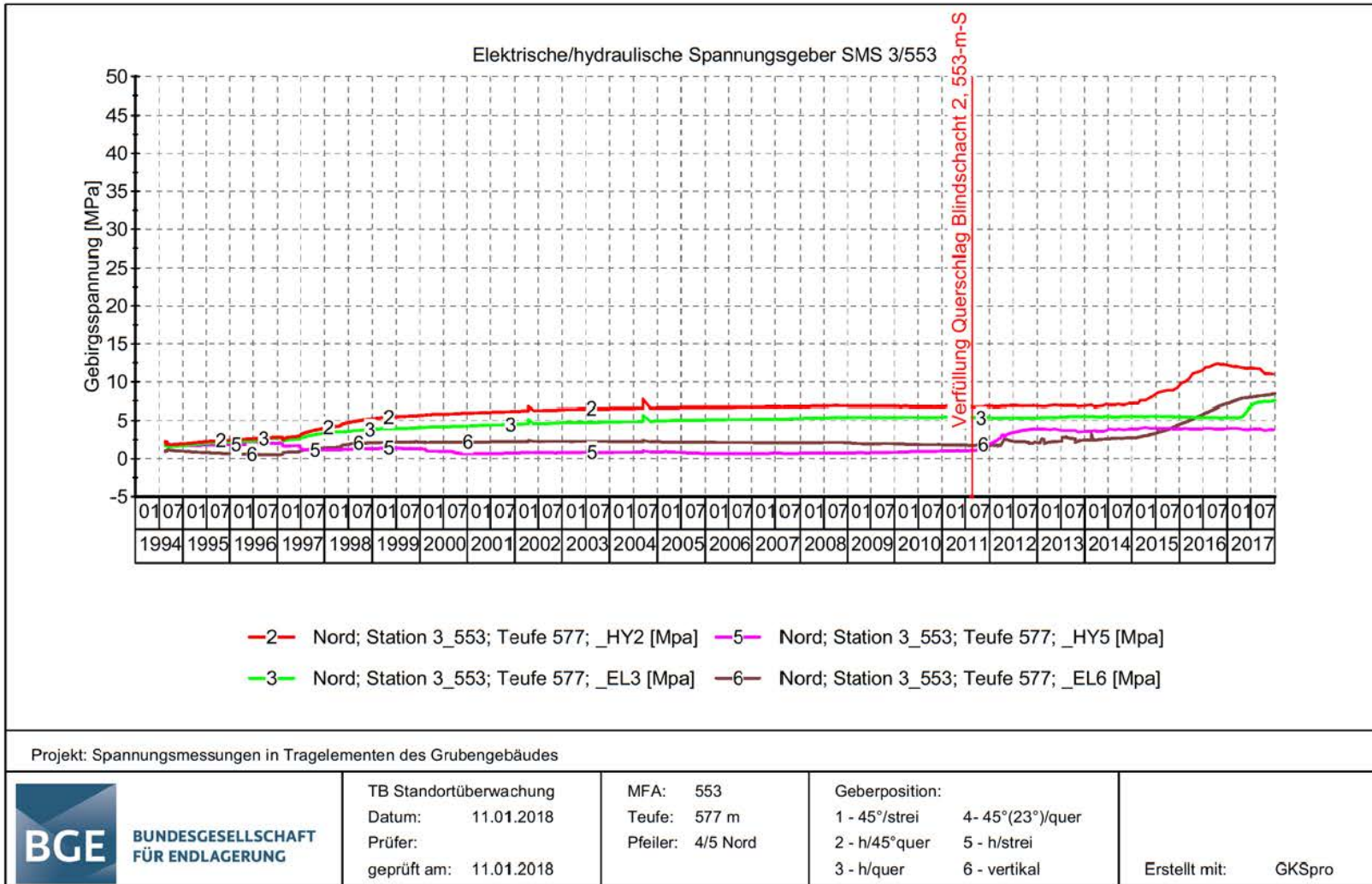


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 658	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 599 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 4/5 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

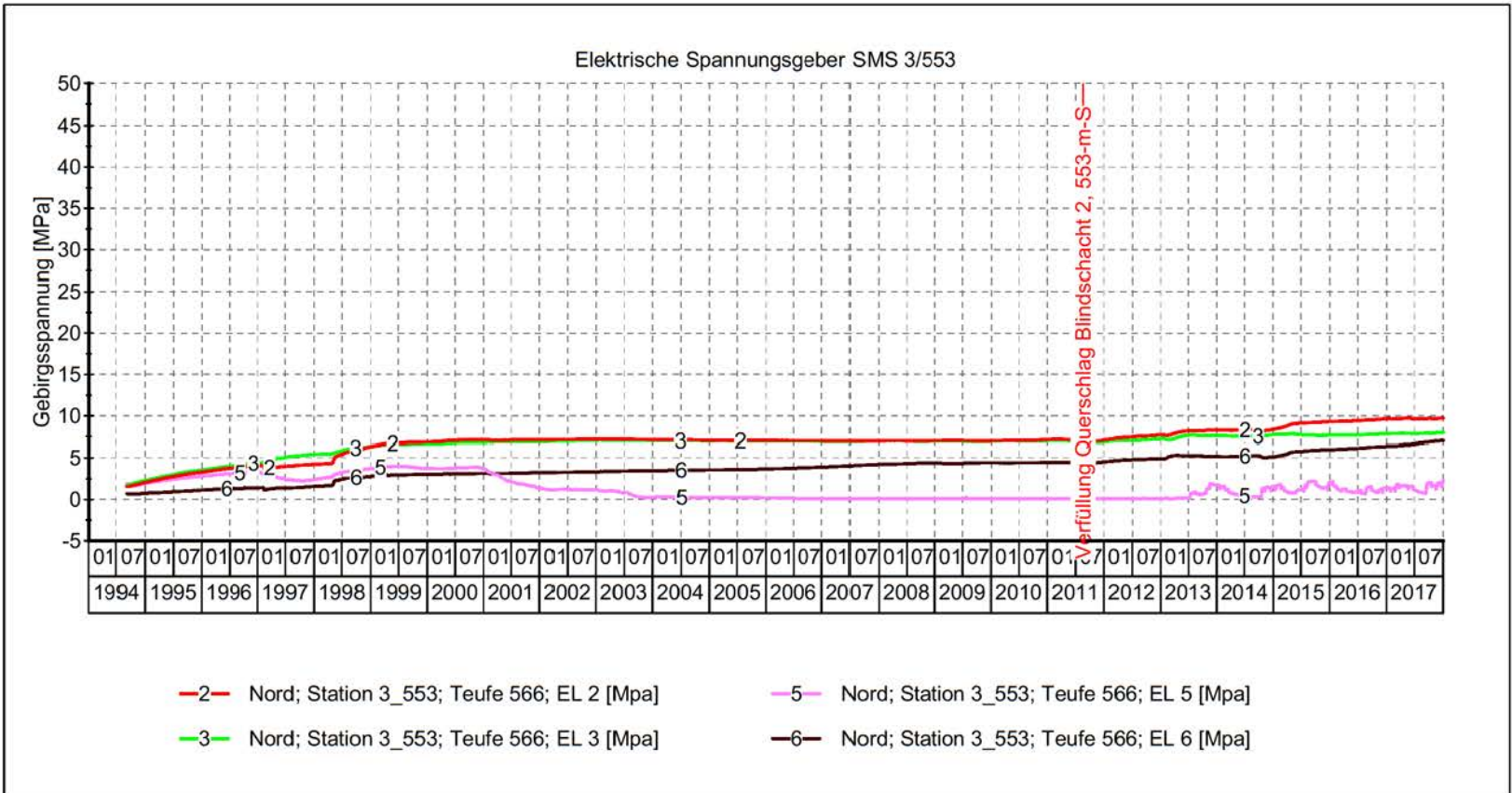
**Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Nord, 599 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													
Blatt: 218													
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>													



**Messwertdarstellung SMS 3/553, Pfeiler 4/5-Nord, 577 m Teufe**

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 219					
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016
							00
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>							

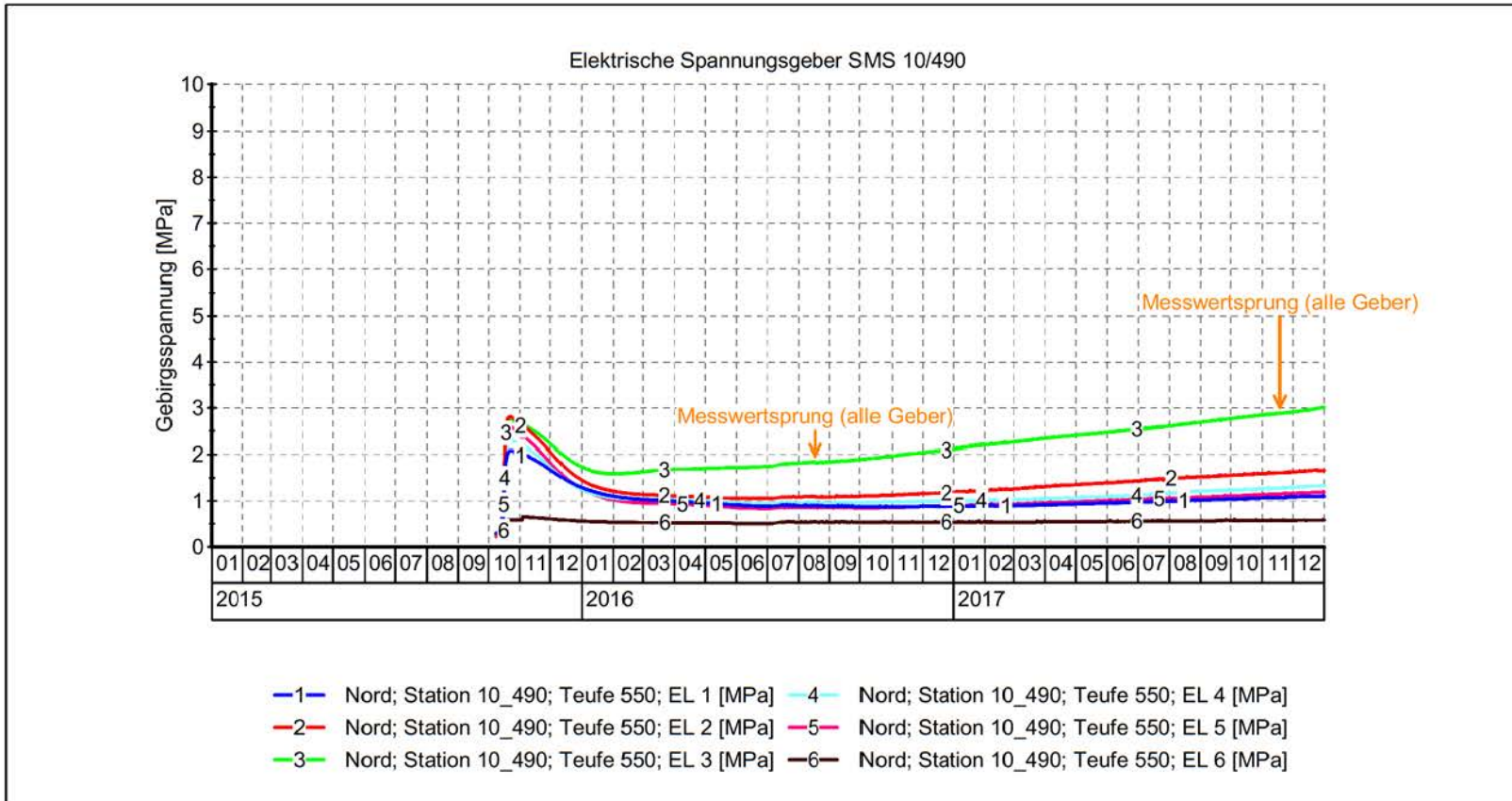


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 553 Teufe: 566 m Pfeiler: 4/5 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer        6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

**Messwertdarstellung SMS 3/553, Pfeiler 4/5-Nord, 566 m Teufe**


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 220						<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>

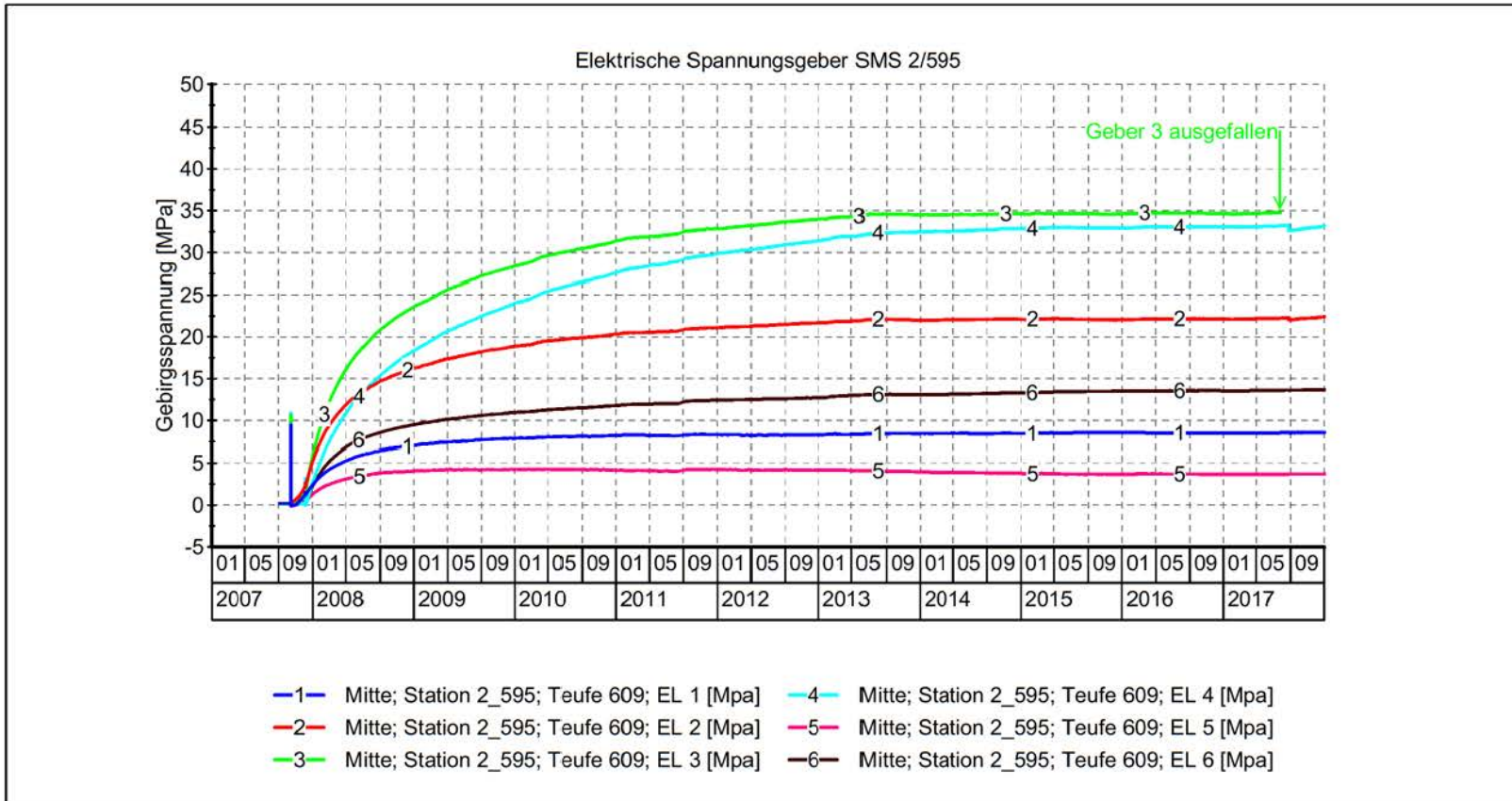


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 550 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 4/5 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 10/490, Pfeiler 4/5-Nord, 550 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNAAANN		AAANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 221																	
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>																	




Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 658	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 609 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 4/5 Pfeilermitte	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer        6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018	Mitte Schweb			

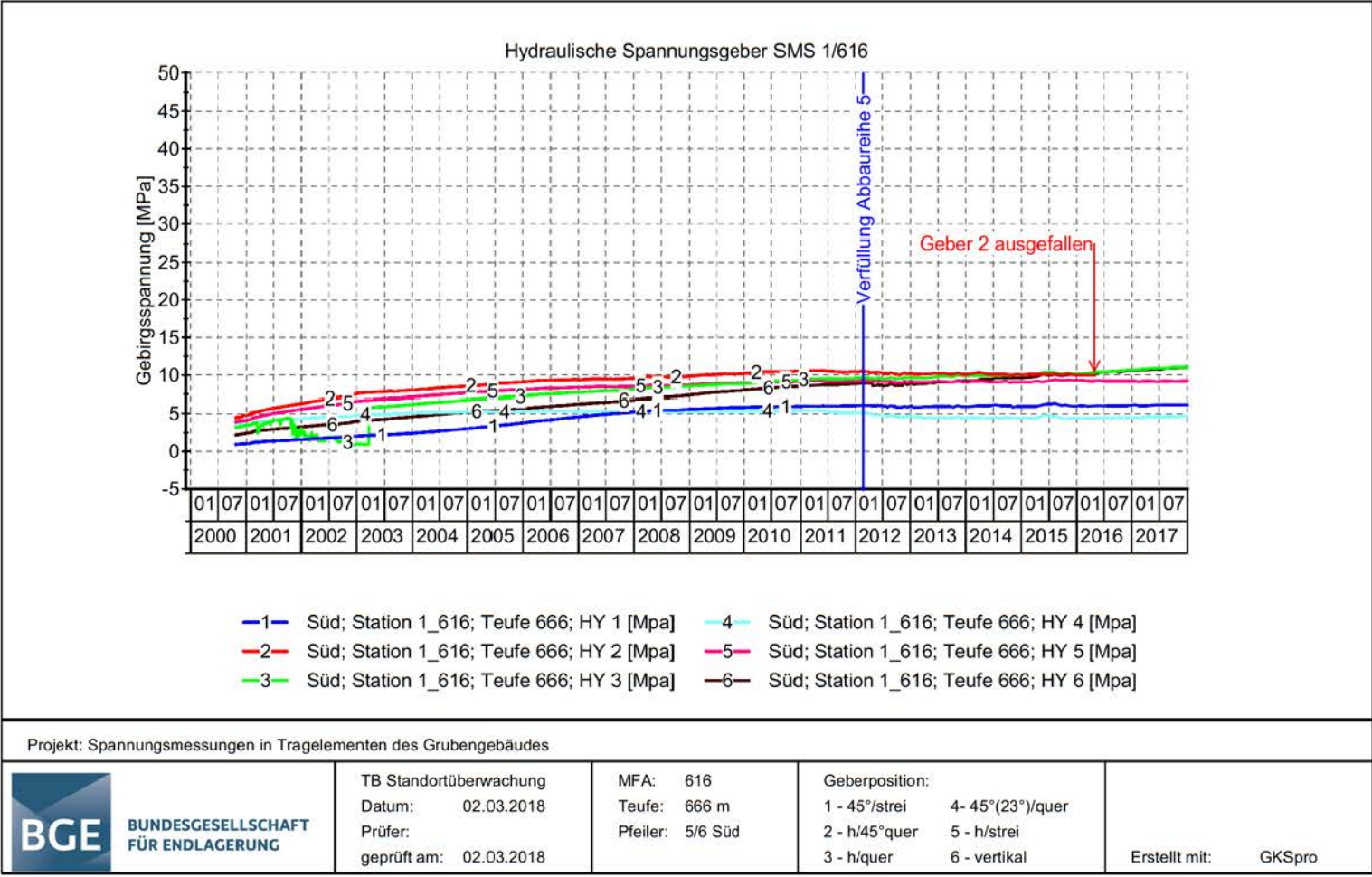
**Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Mitte, 609 m Teufe**

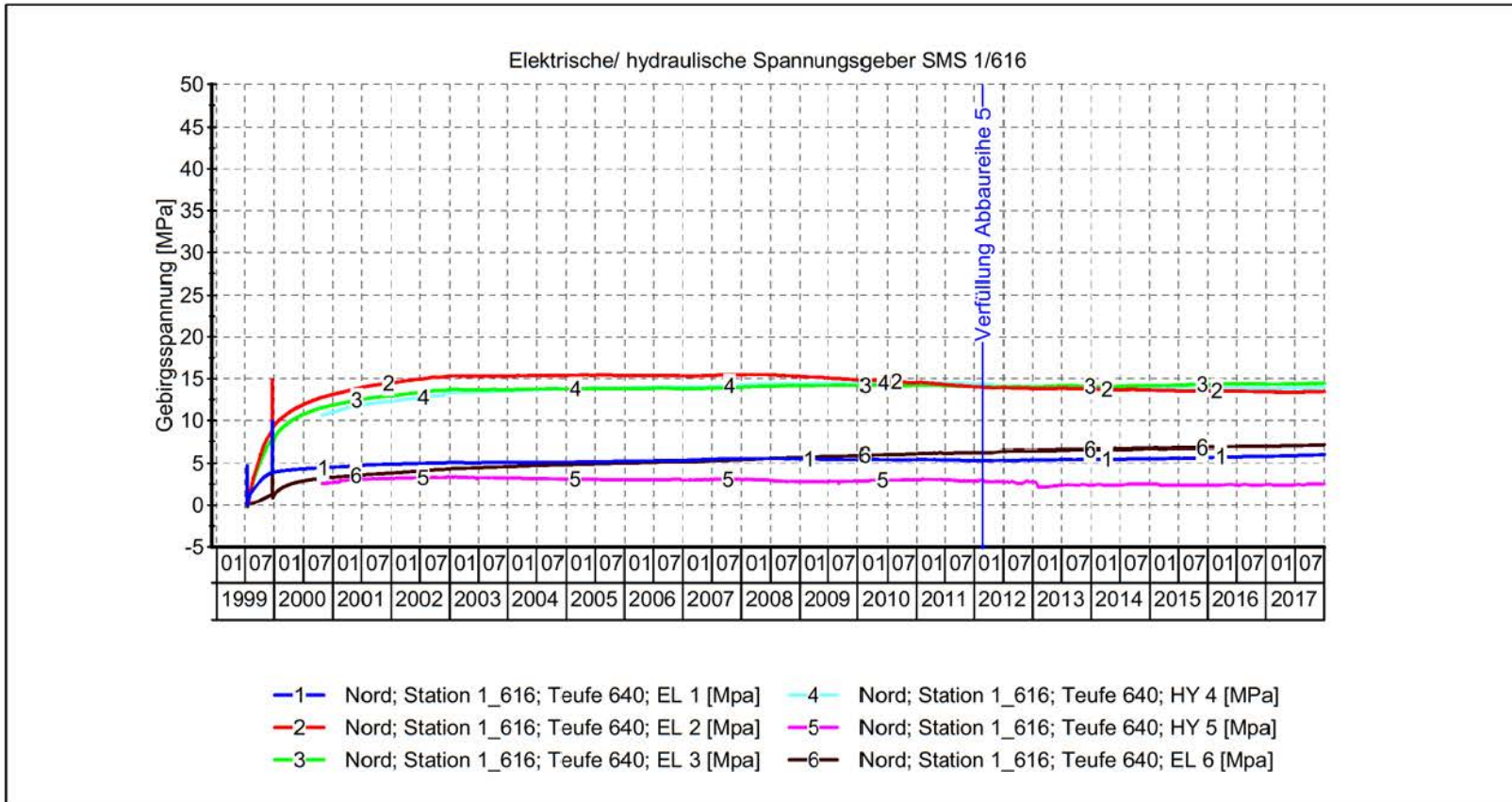
Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 222															
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>															



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							0016	00
Blatt: 223							 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	

**Anhang 2.3: Ostflügel**  
**Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Süd, 666 m Teufe**



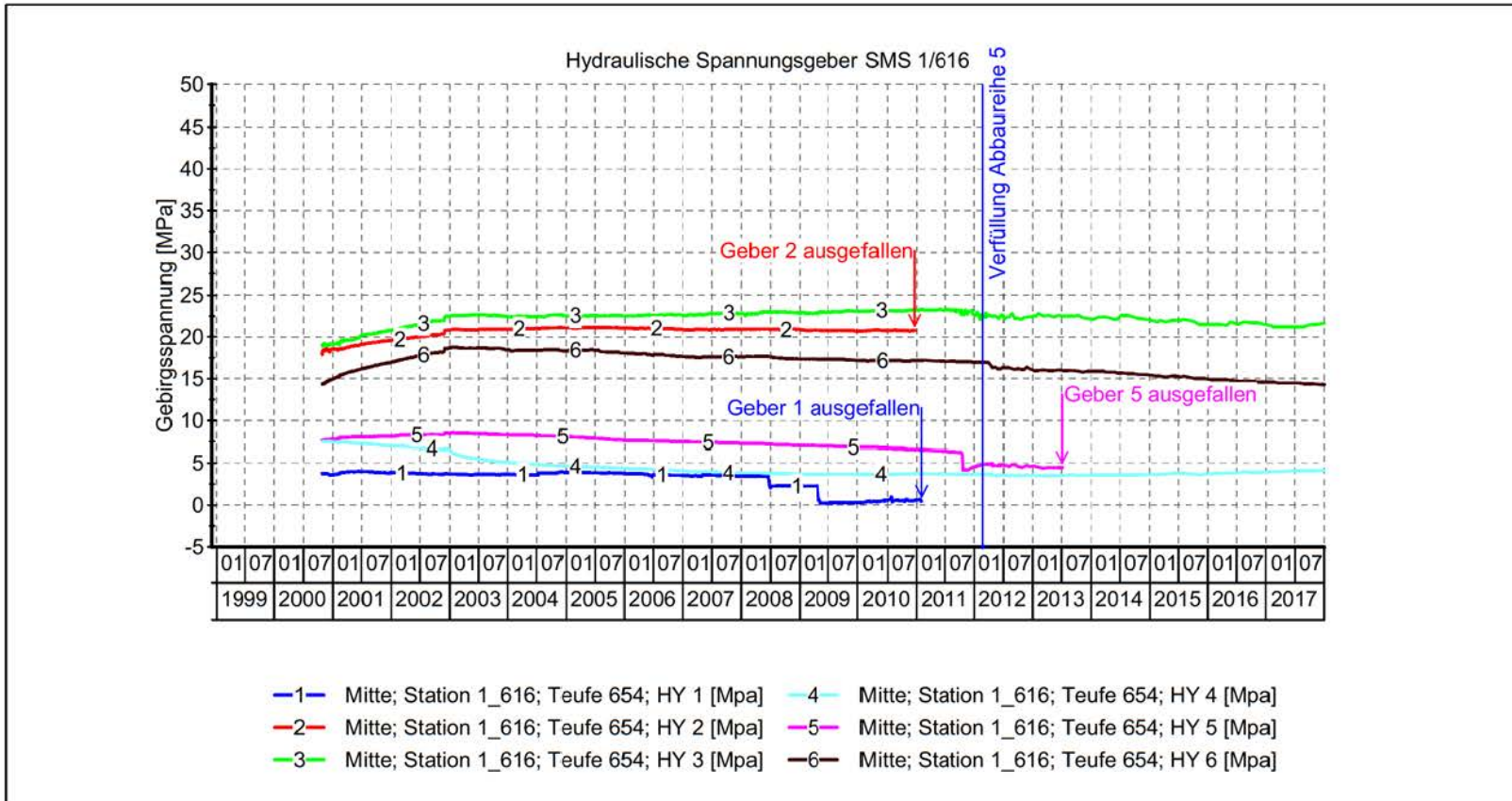


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 02.03.2018 Prüfer: geprüft am: 02.03.2018	MFA: 616 Teufe: 640 m Pfeiler: 5/6 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer        6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			

**Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Nord, 640 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 224						BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

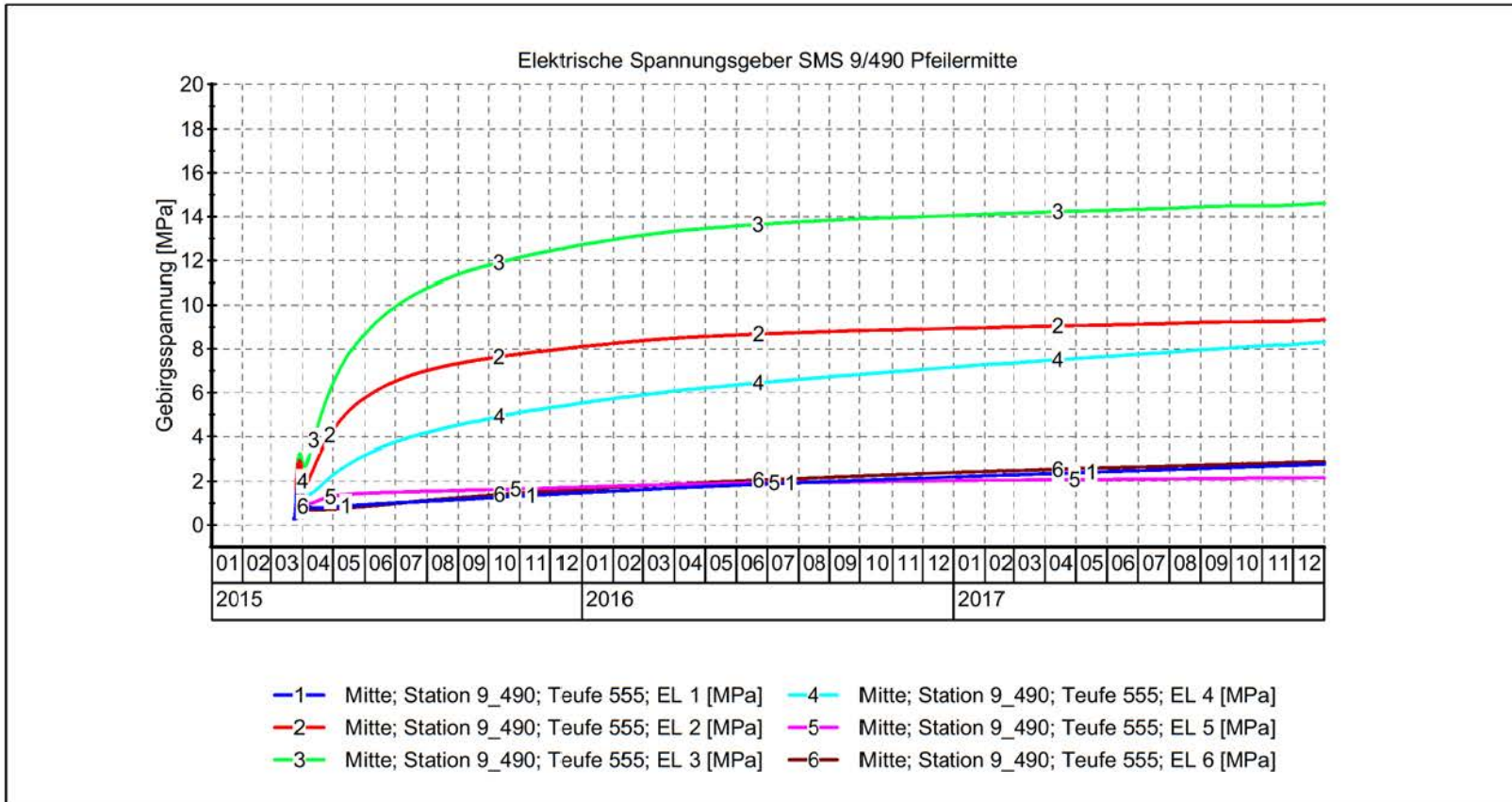


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 616	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 02.03.2018	Teufe: 654 m	1 - 45°/strei 4 - 45°(23°)/quer	
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	2 - h/45°quer 5 - h/strei	
	geprüft am: 02.03.2018	Mitte Abbau	3 - h/quer 6 - vertikal	

**Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Mitte (Mitte Abbau), 654 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													Blatt: 225				
													<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>				

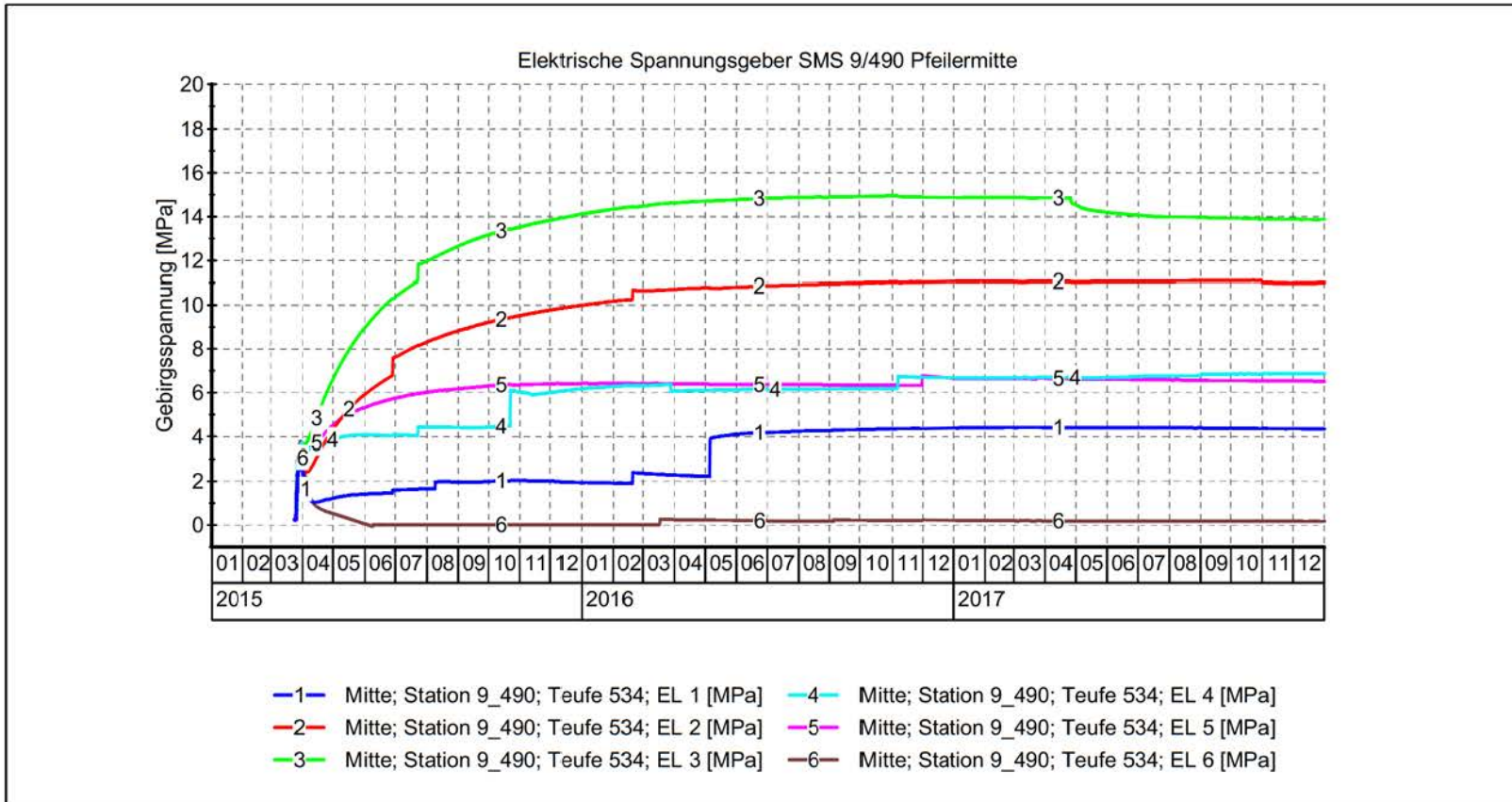


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490-2	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 555 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 555 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 226																	
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>																	

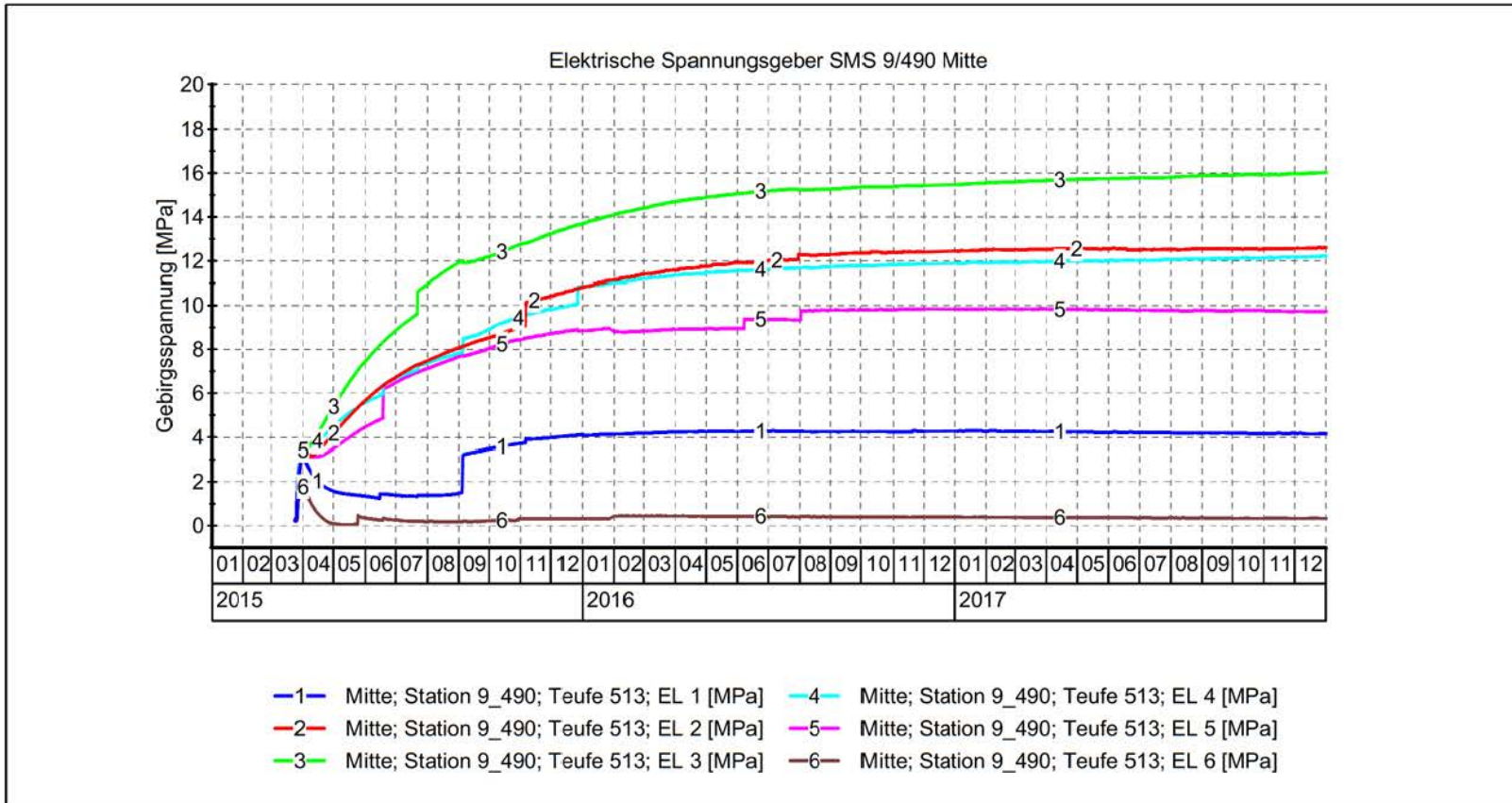


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490-2	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 534 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 534 m Teufe**


Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 227	
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA
9A	64300000	GMÜ	AAANN
			Aufgabe
			GC
			BT
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			UA
			AA
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			00
			Rev.
			NN
			Lfd. Nr.
			NNNN

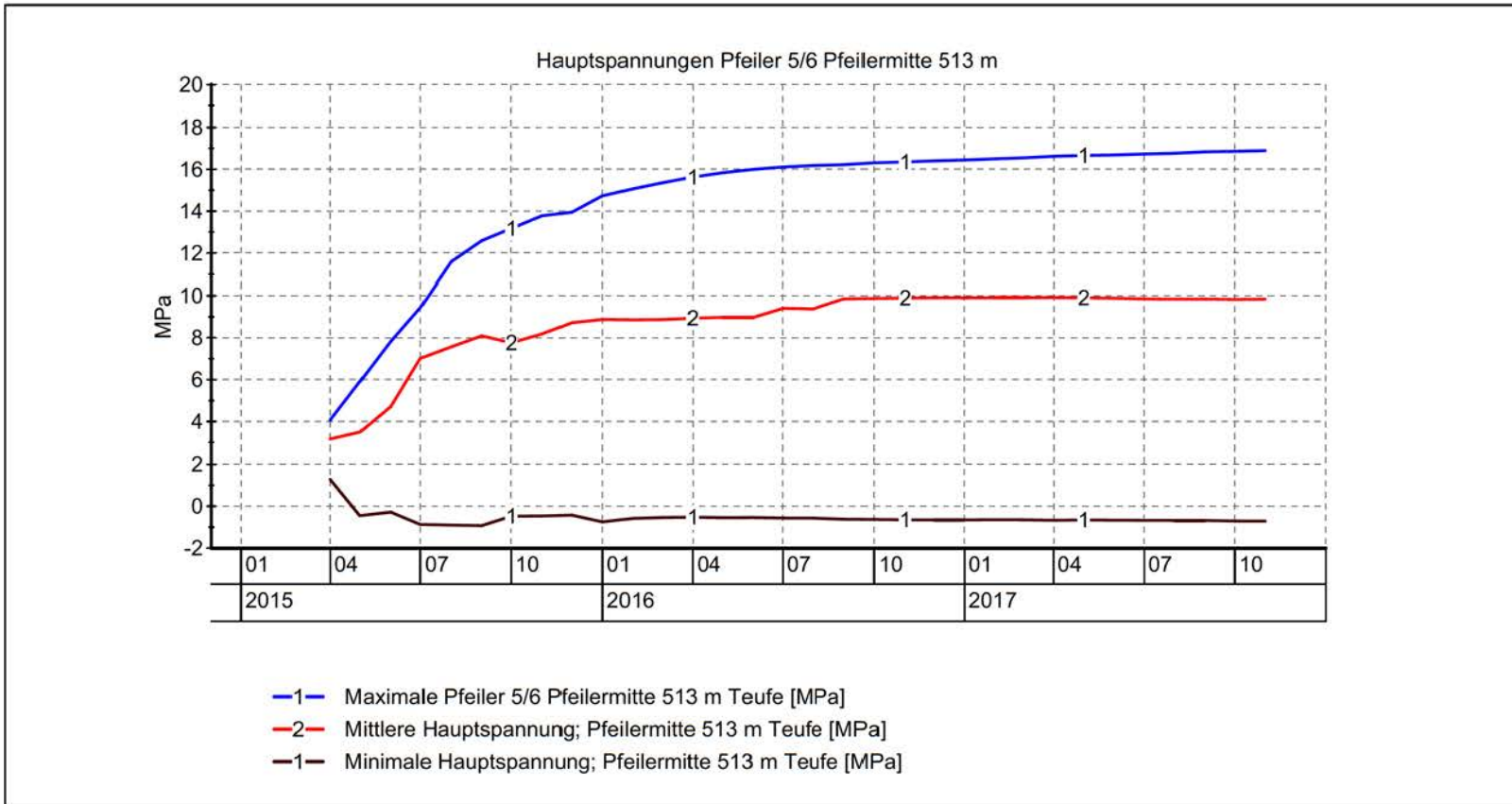


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 490-2 Teufe: 513 m Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer    6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro

**Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 513 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 228															
												 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>			

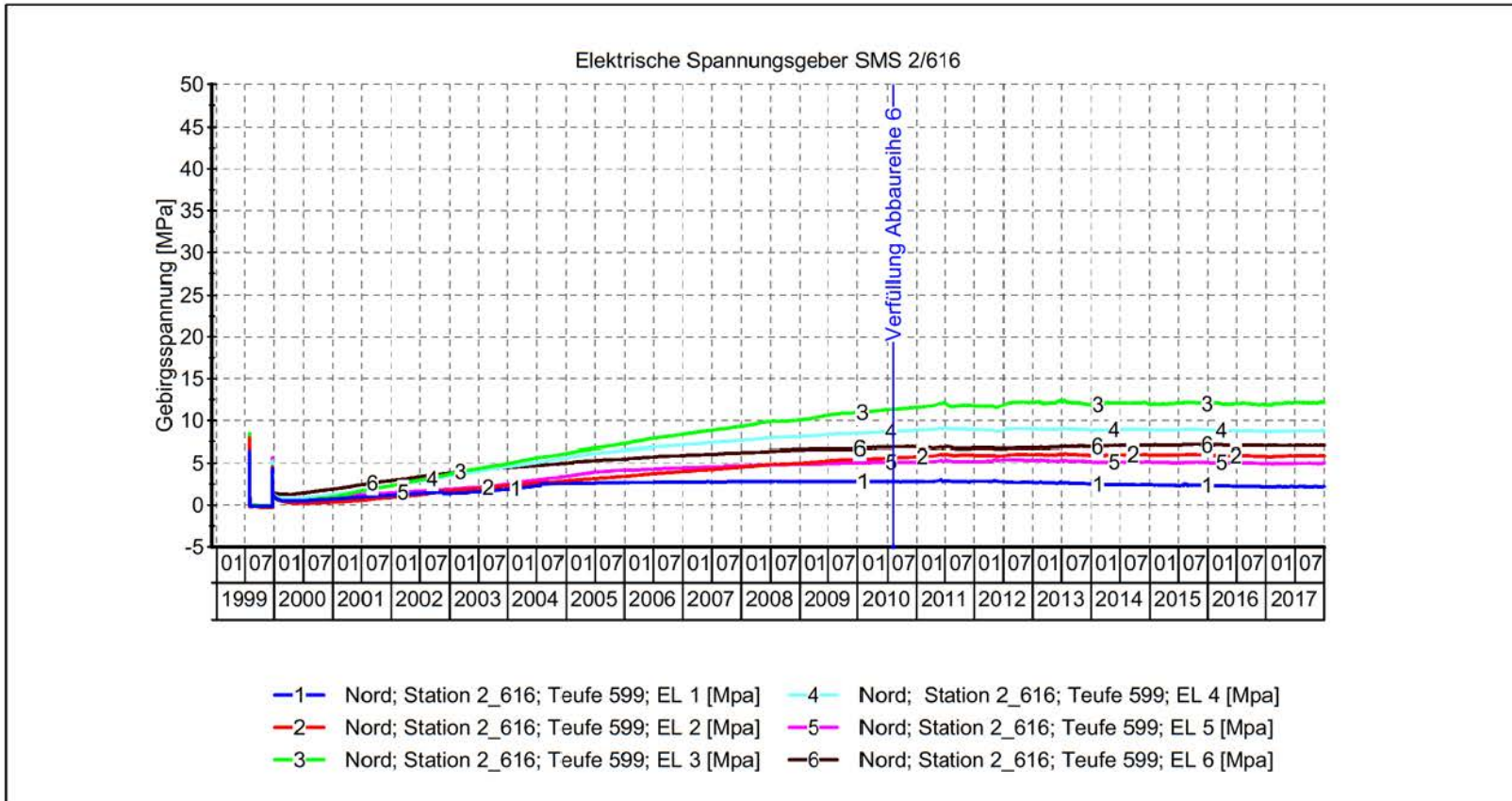


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490-2	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 23.04.2018	Teufe: 513	
	Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	
	geprüft am: 23.04.2018		

**Hauptspannungen SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 513 m Teufe**


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 229																	
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>																	



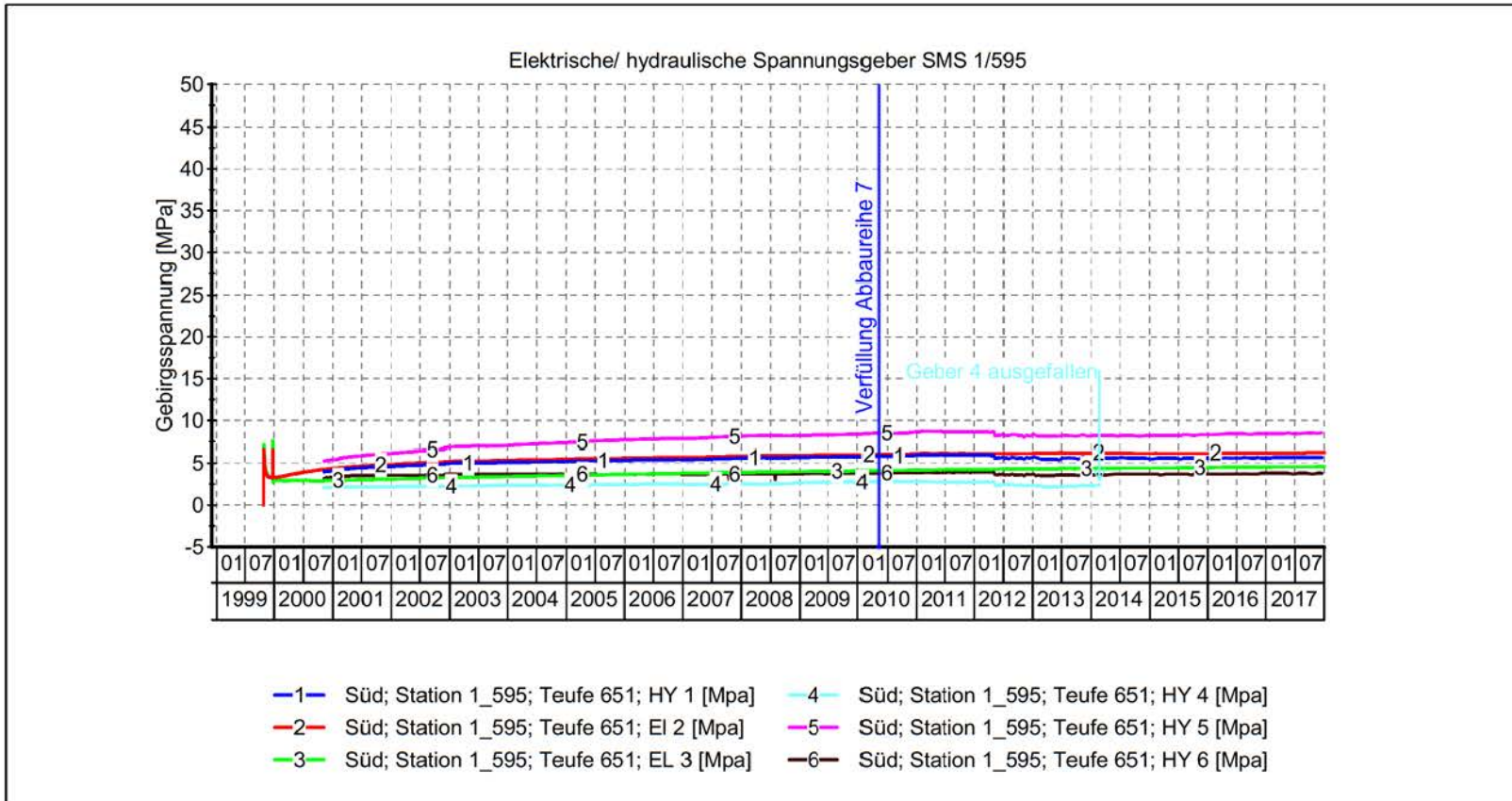
Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 616	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 599 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 6/7 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 2/616, Pfeiler 6/7-Nord, 599 m Teufe**

Projekt		PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 230								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



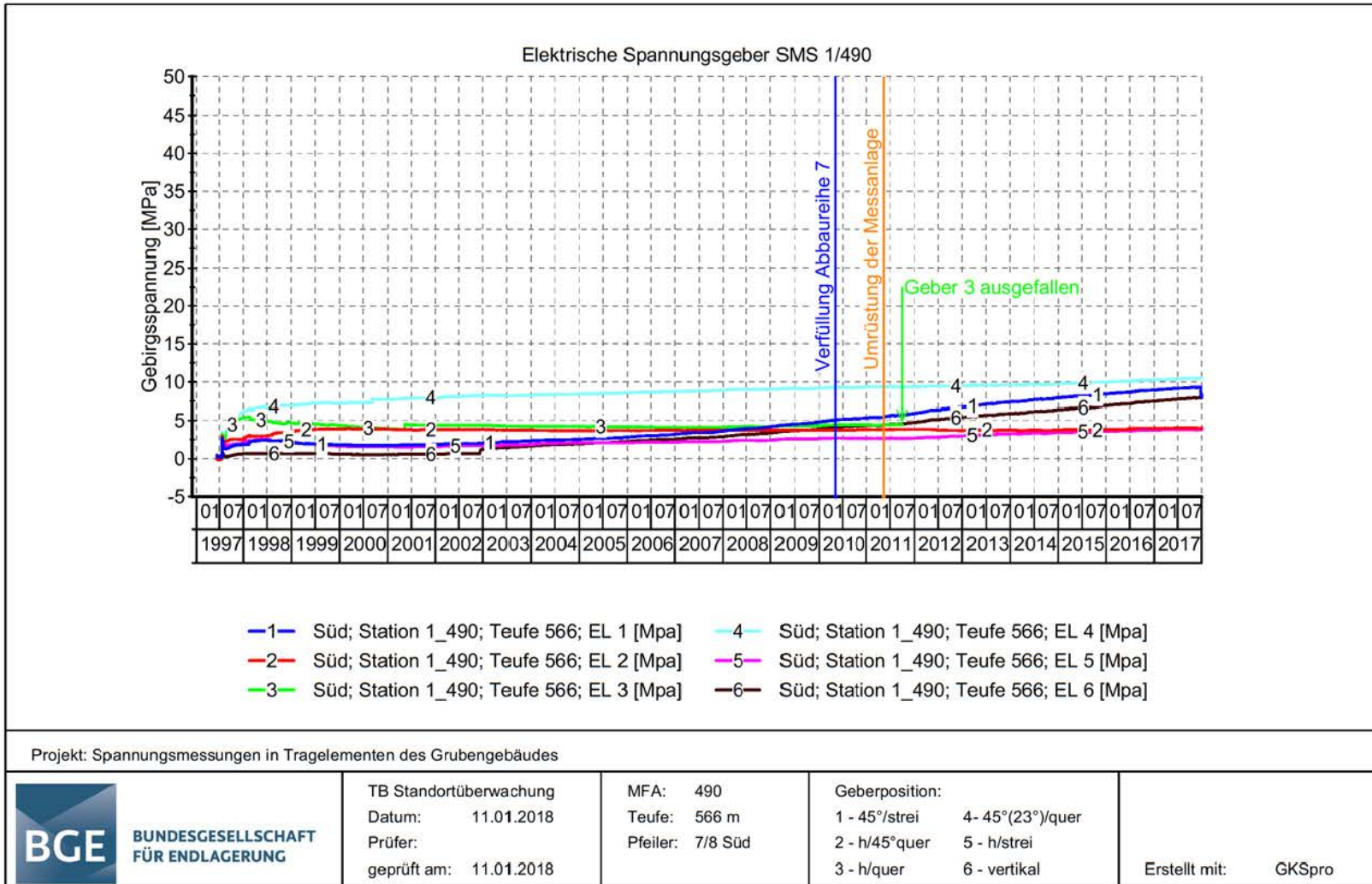


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 616 Teufe: 651 m Pfeiler: 7/8 Süd	Geberposition: 1 - 45°/strei     4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer     5 - h/strei 3 - h/quer     6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
	<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>			

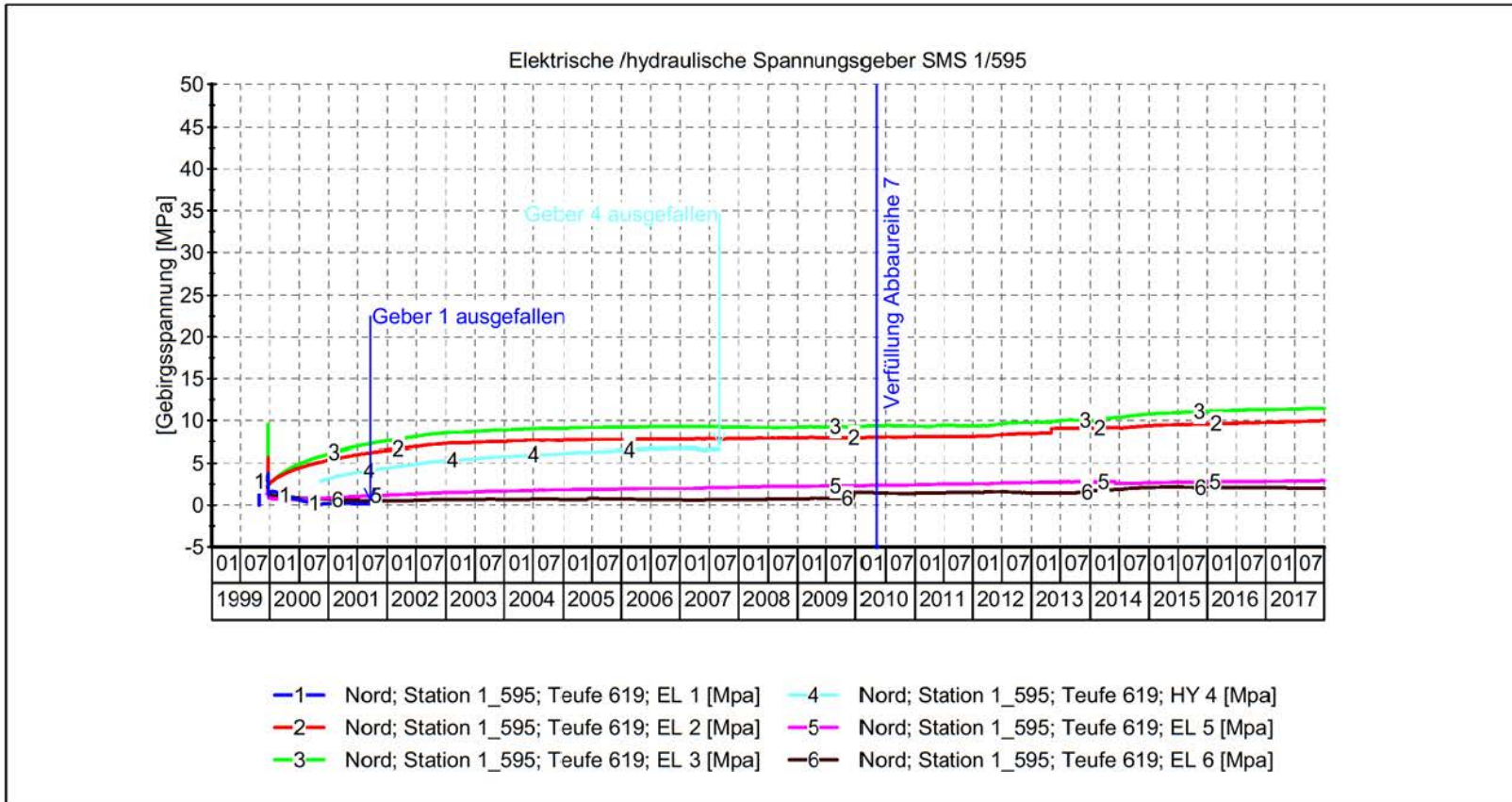
**Messwertdarstellung SMS 1/595, Pfeiler 7/8-Süd, 651 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AAAN	AAAA	NNNN	NN
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 231							<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>



**Messwertdarstellung SMS 1/490, Pfeiler 7/8-Süd, 566 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 232																	
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>																	

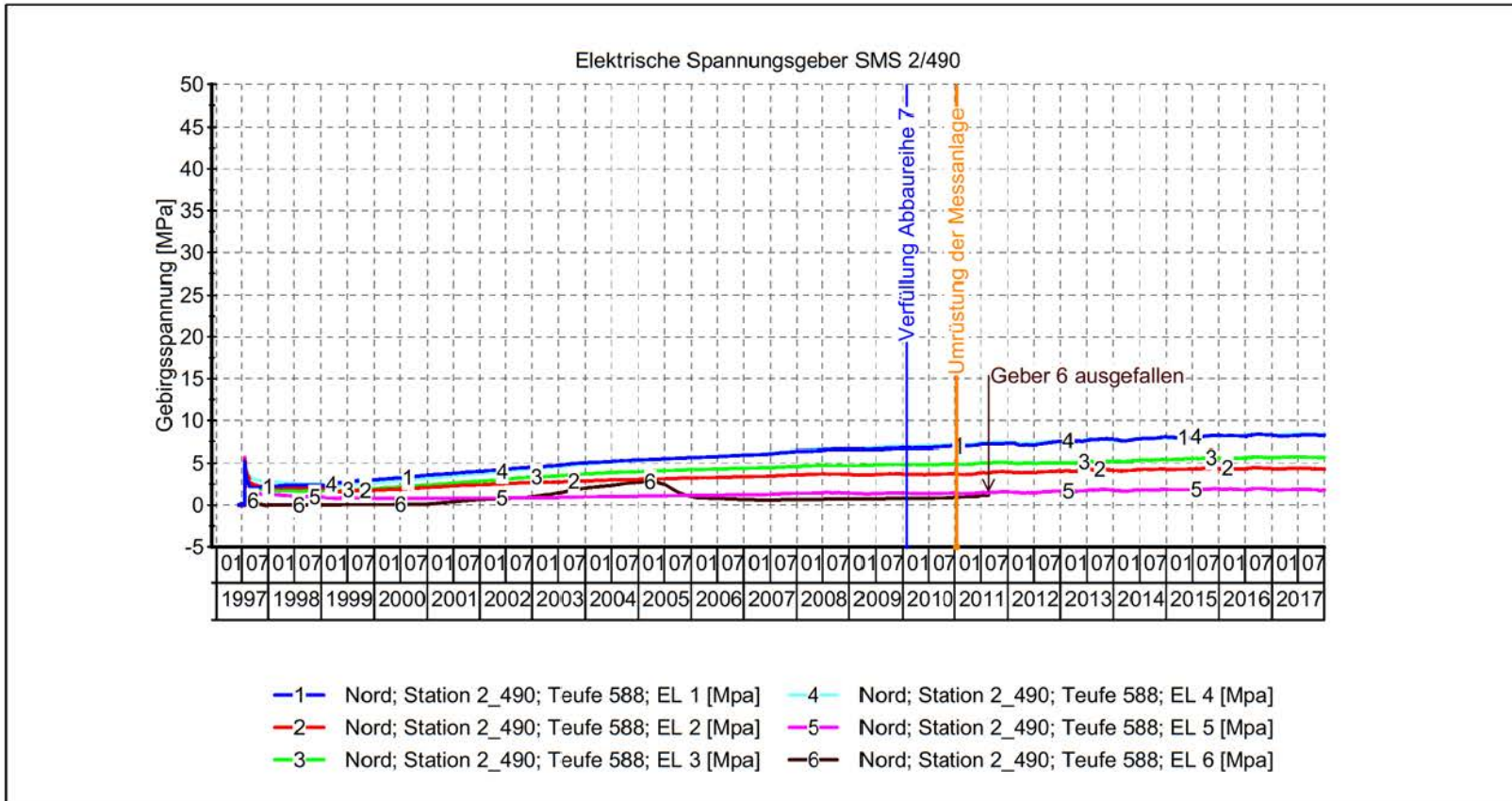


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 616	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 619 m	1 - 45°/strei    4- 45°(23°)/quer	
	Prüfer:	Pfeiler: 7/8 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	
	geprüft am: 11.01.2018		3 - h/quer    6 - vertikal	

**Messwertdarstellung SMS 1/595, Pfeiler 7/8-Nord, 619 m Teufe**

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 233	
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA
9A	64300000	GMÜ	
			Baugruppe
			AAANN
			Aufgabe
		GC	AAAA
		BT	AA
		0016	LiD. Nr.
		00	NNNN
			Rev.
			NN
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>			

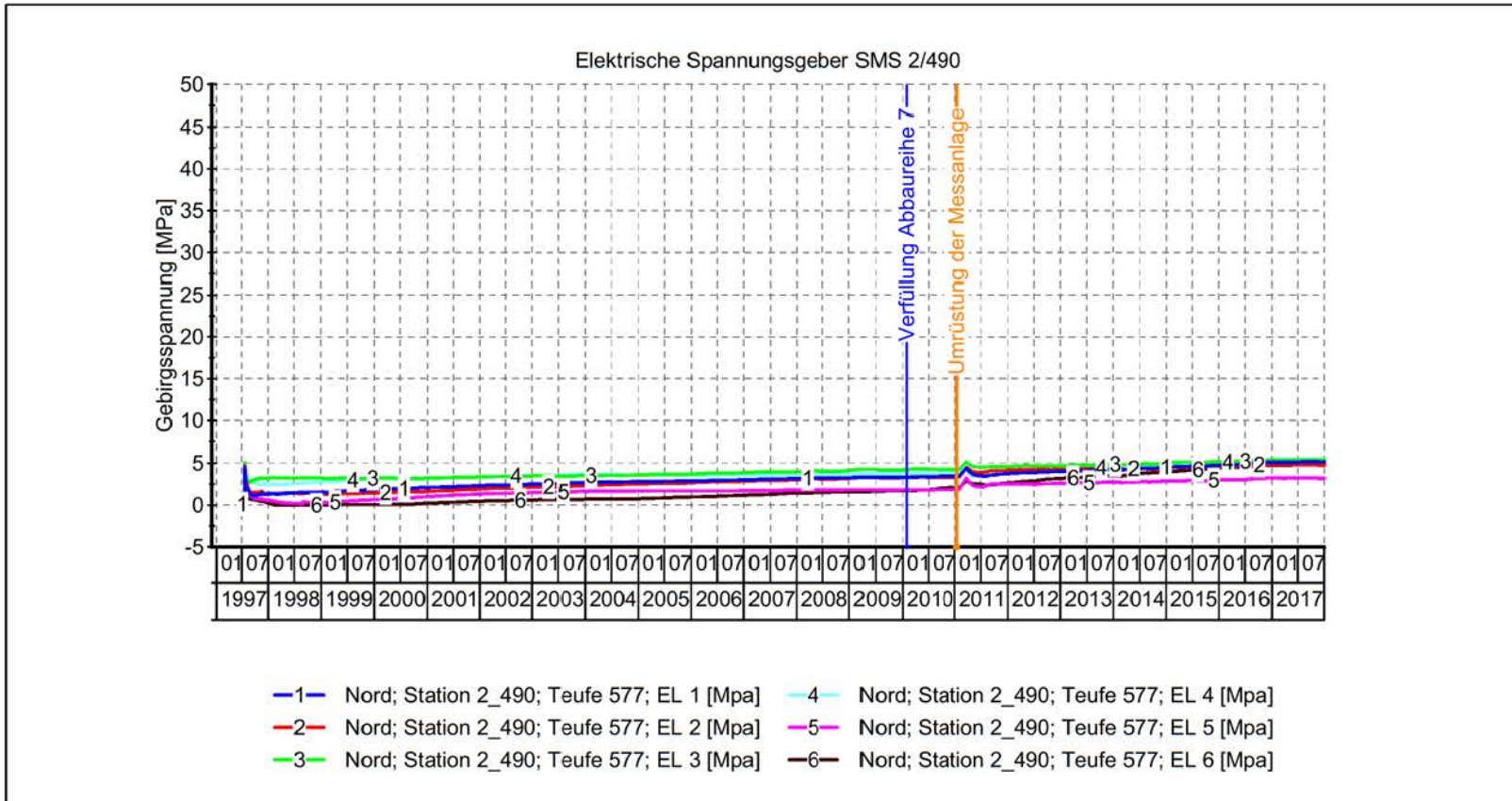


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 490 Teufe: 588 m Pfeiler: 7/8 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer    6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

**Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 588 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AAAN	GC	0016	NN	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	
Blatt: 234								

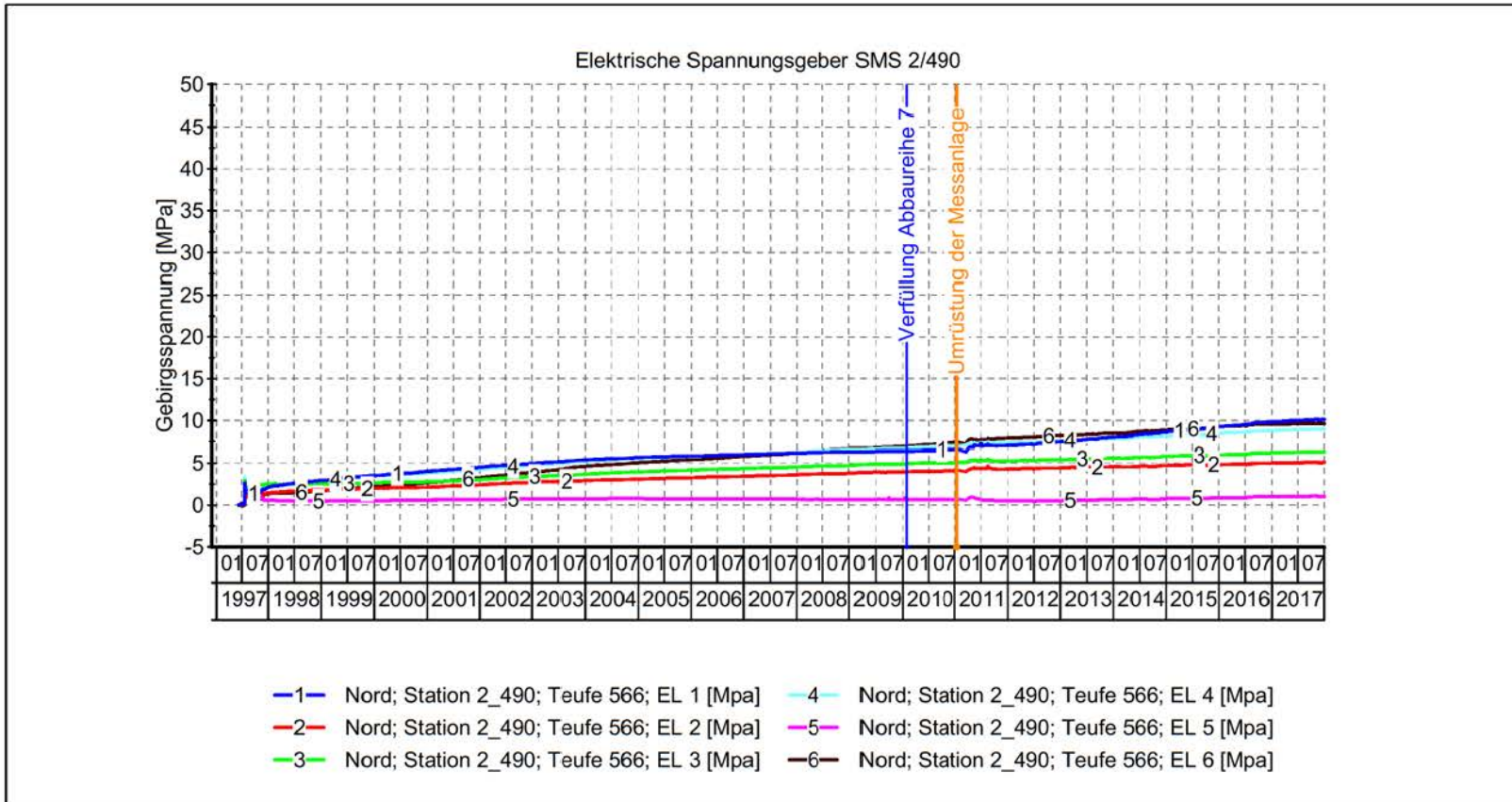


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 577 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 7/8 Nord	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer        6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018				

**Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 577 m Teufe**


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 235						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

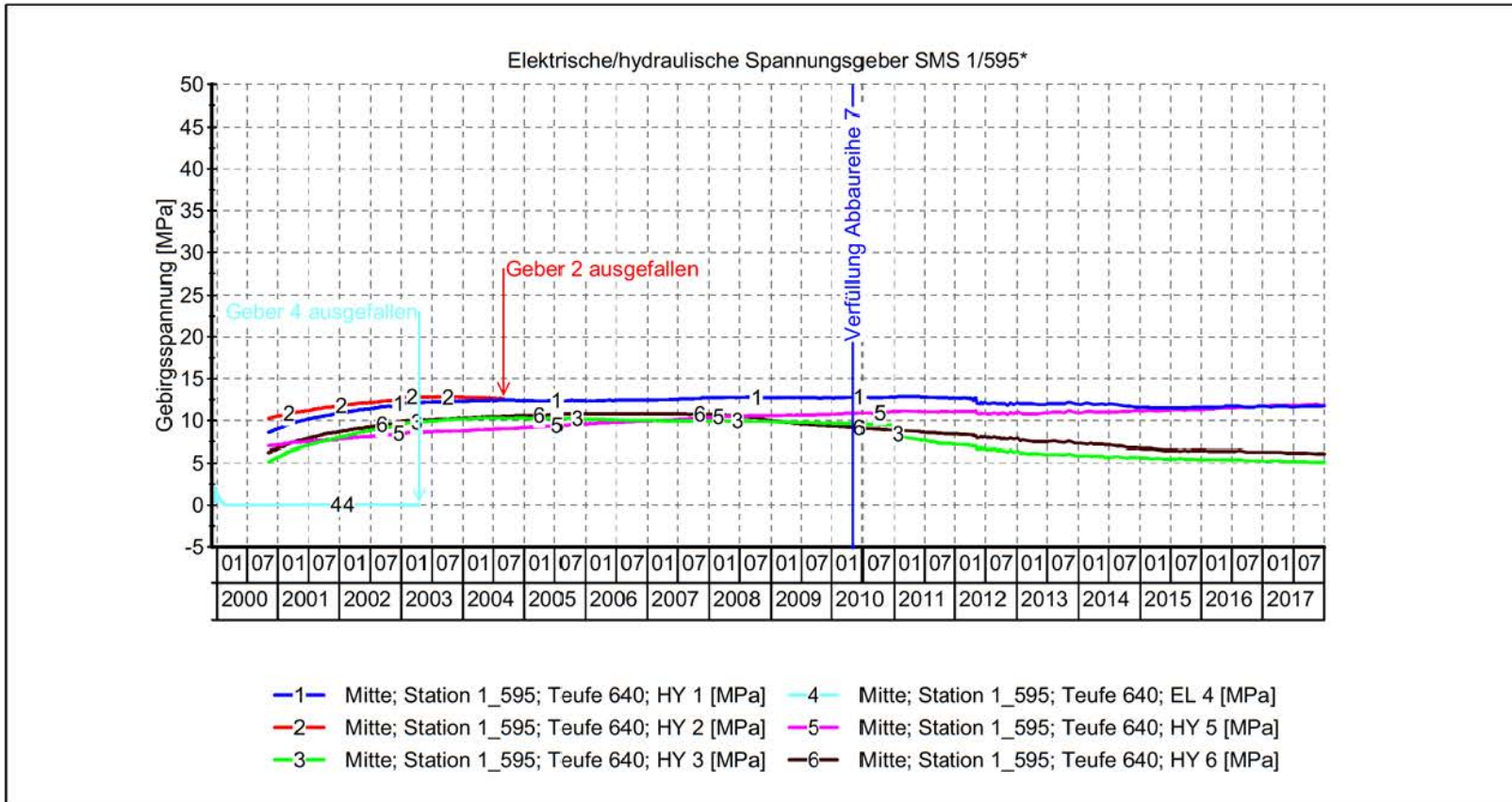


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 490 Teufe: 566 m Pfeiler: 7/8 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer        6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

**Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 566 m Teufe**

Projekt		PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN		NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A		64300000	GMÜ			GC	BT	0016
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 236								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung  
 Datum: 24.05.2018  
 Prüfer:  
 geprüft am: 24.05.2018

MFA: 616  
 Teufe: 640 m  
 Pfeiler: 7/8 Pfeilermitte  
 Mitte Schweb

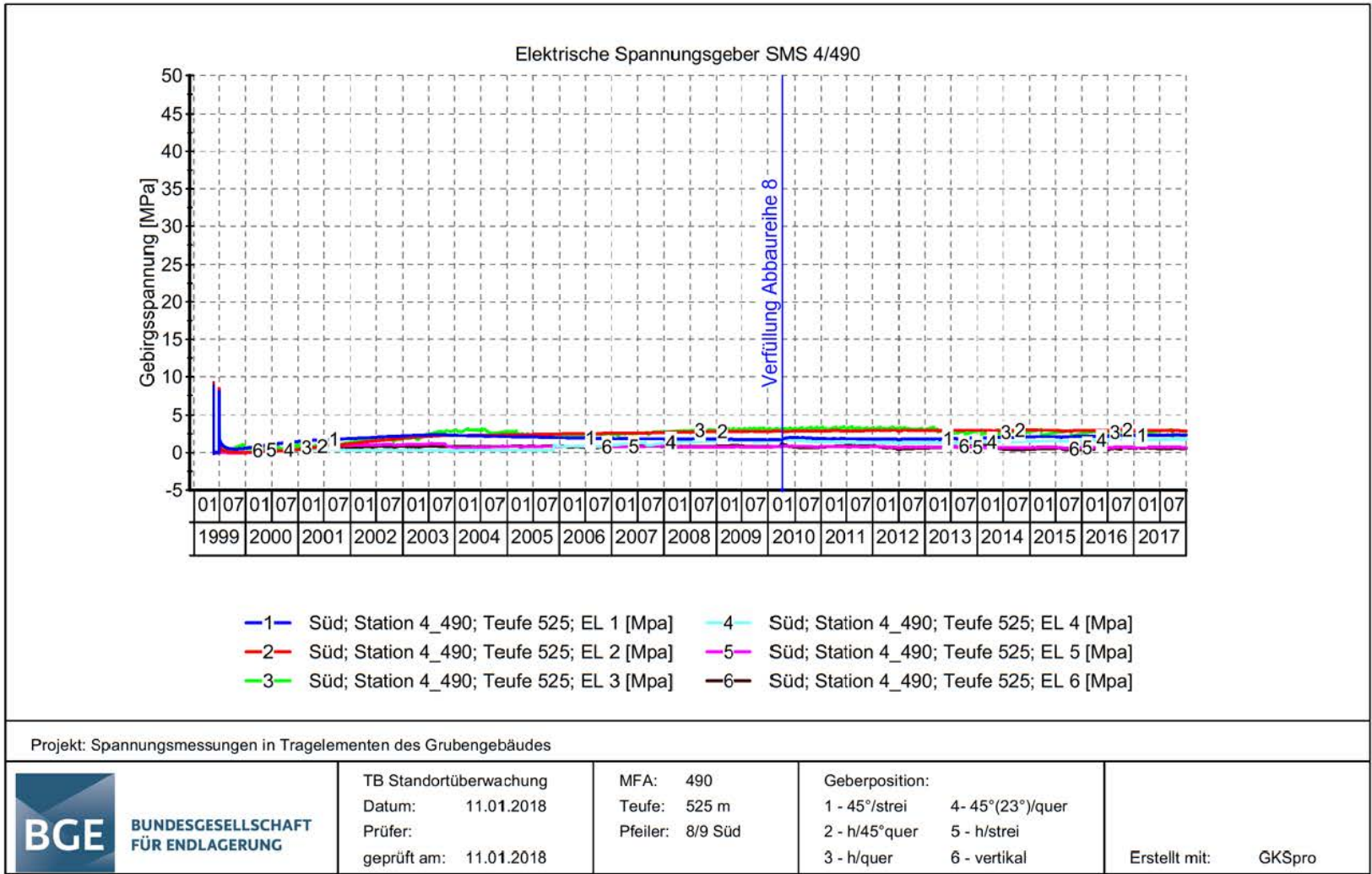
Geberposition:  
 1 - 45°/strei    4- 45°(23°)/quer  
 2 - h/45°quer    5 - h/strei  
 3 - h/quer    6 - vertikal

\* Anbindung der Druckkissen an das Gebirge nicht vollständig hergestellt.

Erstellt mit: GKSpro

Messwertdarstellung SMS 1/595, Pfeiler 7/8-Mitte, 640 m Teufe

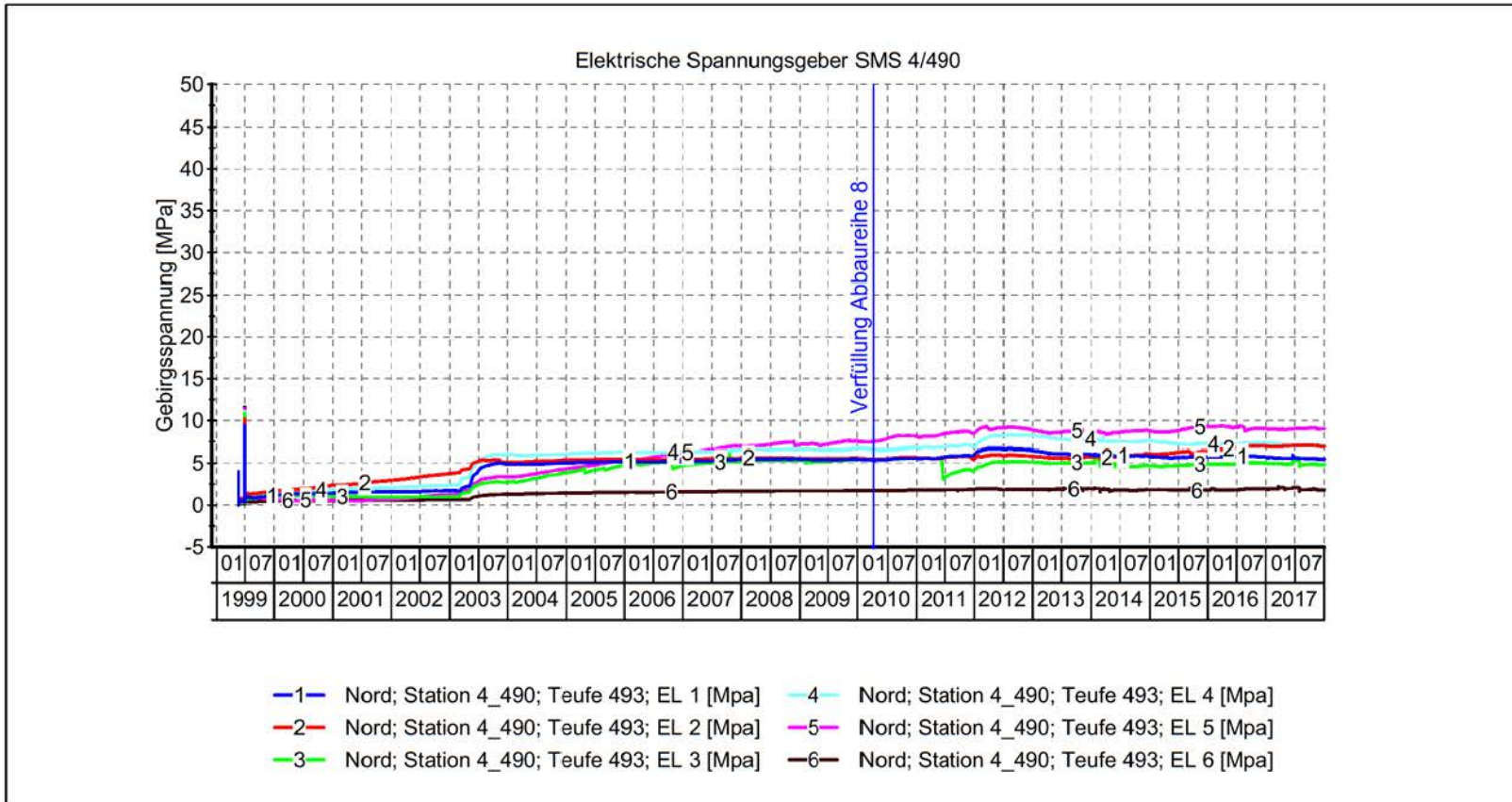
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAAN	AAAA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							
Blatt: 237							



**Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Süd, 525 m Teufe**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AAAN	GC	NN
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 238						



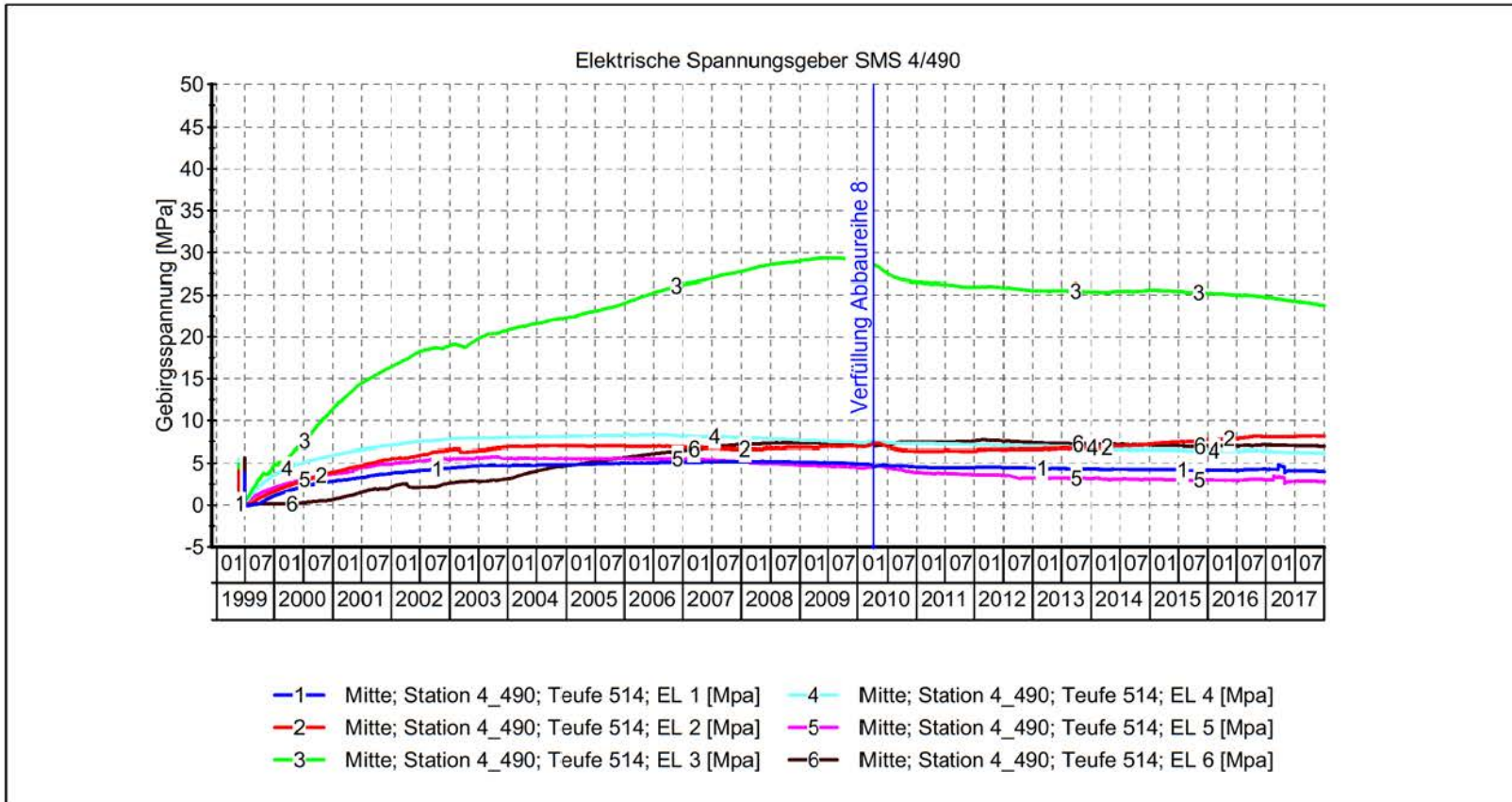


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung Datum: 11.01.2018 Prüfer: geprüft am: 11.01.2018	MFA: 490 Teufe: 493 m Pfeiler: 8/9 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer    5 - h/strei 3 - h/quer    6 - vertikal	Erstellt mit: GKSpro
---------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

**Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Nord, 493 m Teufe**


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNA	AAAN	GC	NN
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE						
Blatt: 239						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG




Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

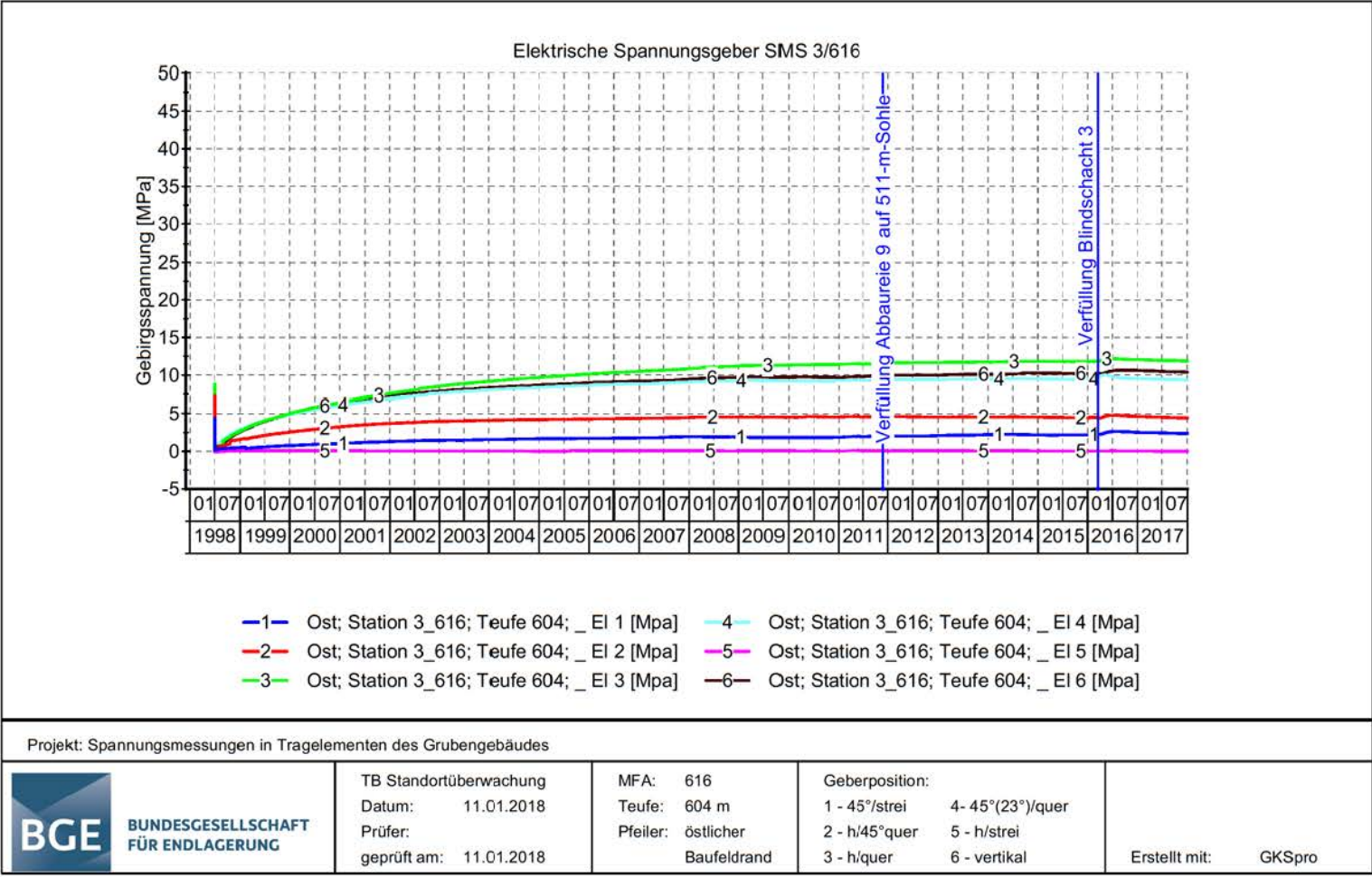
 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	TB Standortüberwachung	MFA: 490	Geberposition:	Erstellt mit: GKSpro
	Datum: 11.01.2018	Teufe: 514 m	1 - 45°/strei    4 - 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 8/9 Pfeilermitte	2 - h/45°quer    5 - h/strei	3 - h/quer    6 - vertikal	
geprüft am: 11.01.2018	Mitte Schweben			

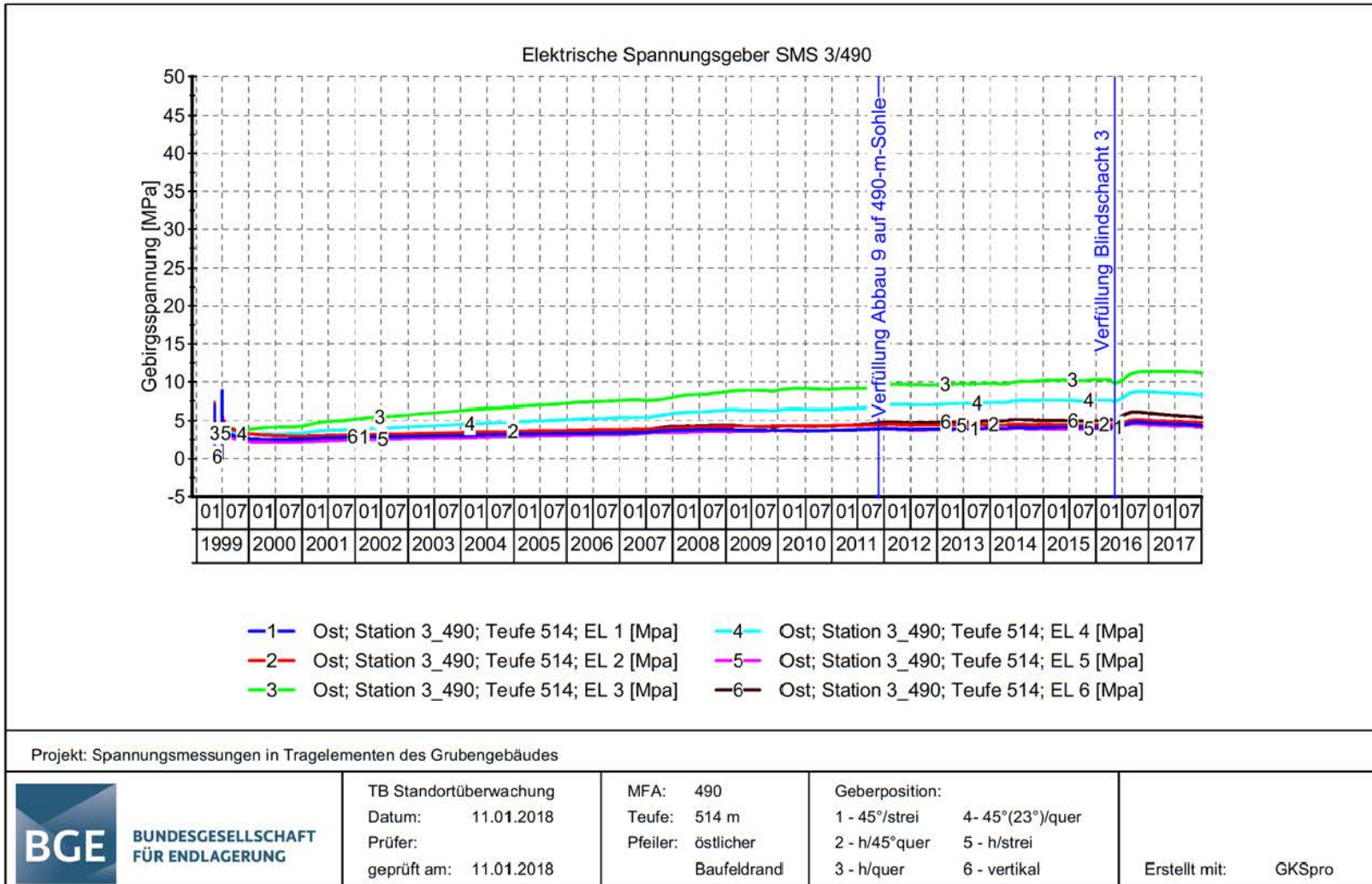
**Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Mitte, 514 m Teufe**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													
Blatt: 240												 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							00	
Blatt: 241							 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	

**Anhang 2.4: Östlicher Baufeldrand**  
**Messwertdarstellung SMS 3/616, östl. Baufeldrand, 604 m Teufe**



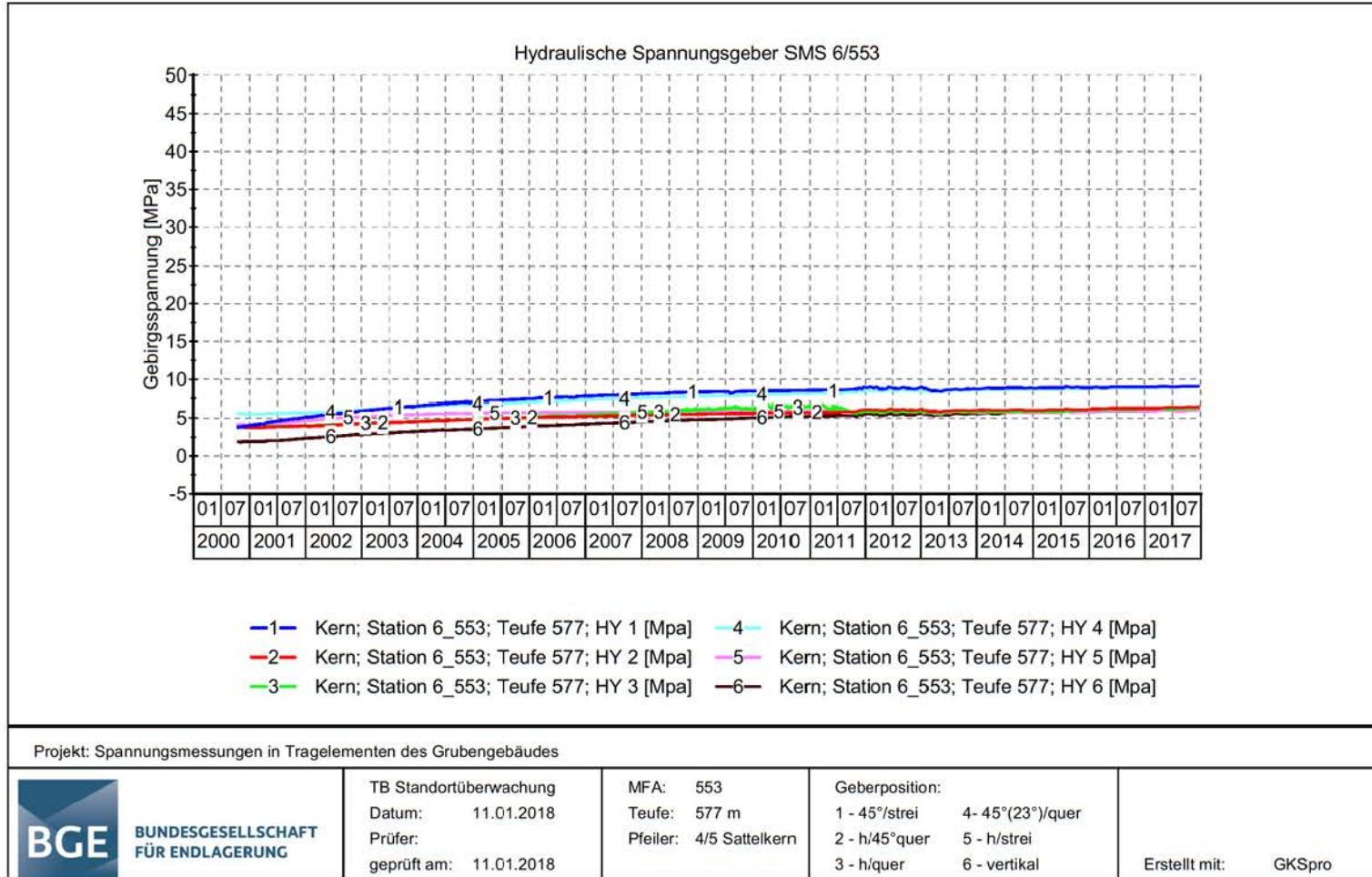


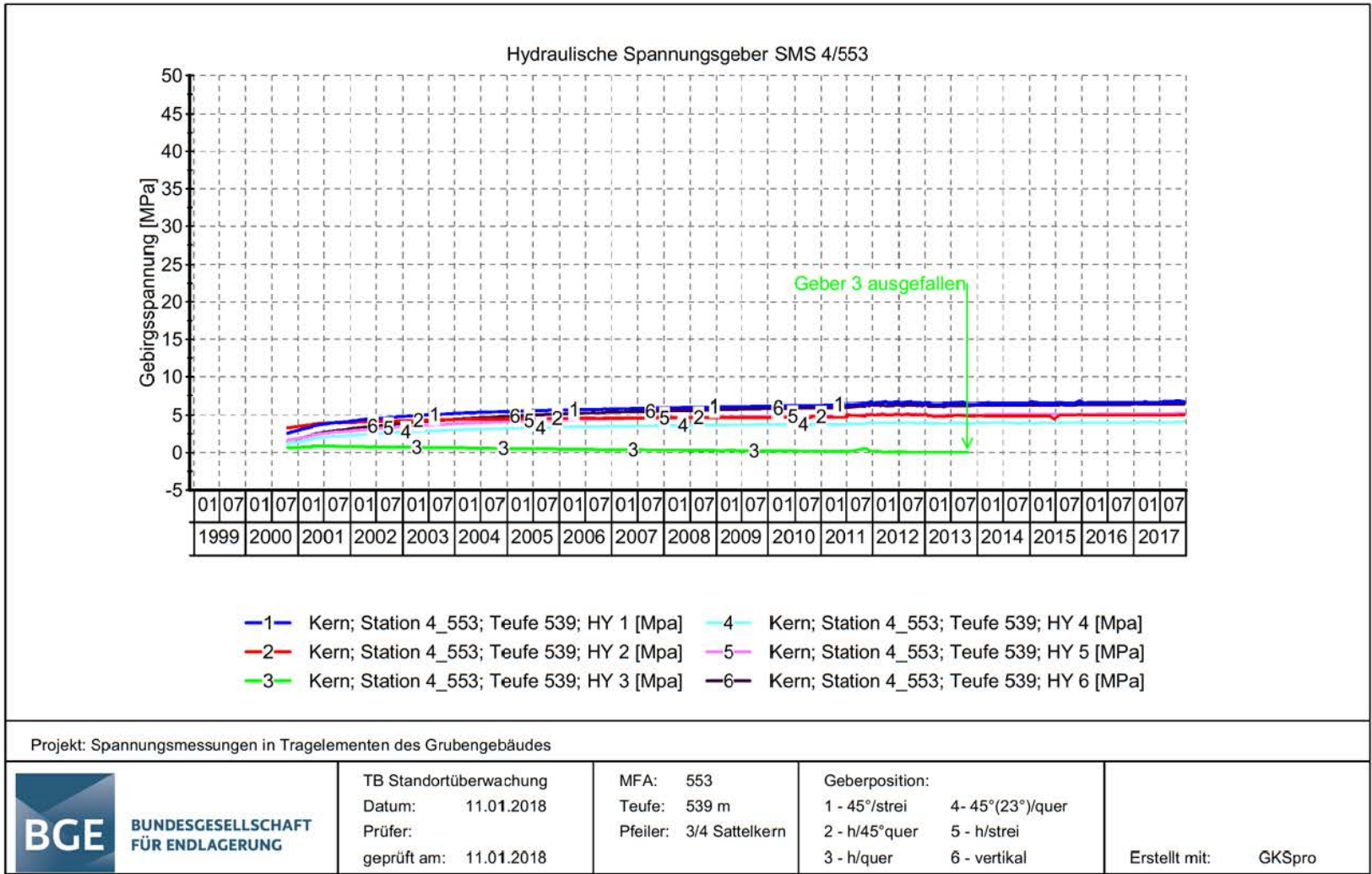
**Messwertdarstellung SMS 3/490, östl. Baufeldrand, 514 m Teufe**

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 242	
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA
9A	64300000	GMÜ	
			Baugruppe
			AAANN
			Aufgabe
			AAAA
			GC
			BT
			UA
			AA
			Lfd. Nr.
			NNNN
			0016
			Rev.
			NN
			00
<b>BGE</b> BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
							Blatt: 243	

**Anhang 2.5: Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke  
Messwertdarstellung SMS 6/553, im Liegenden des Pfeilers 4/5, 577 m Teufe**





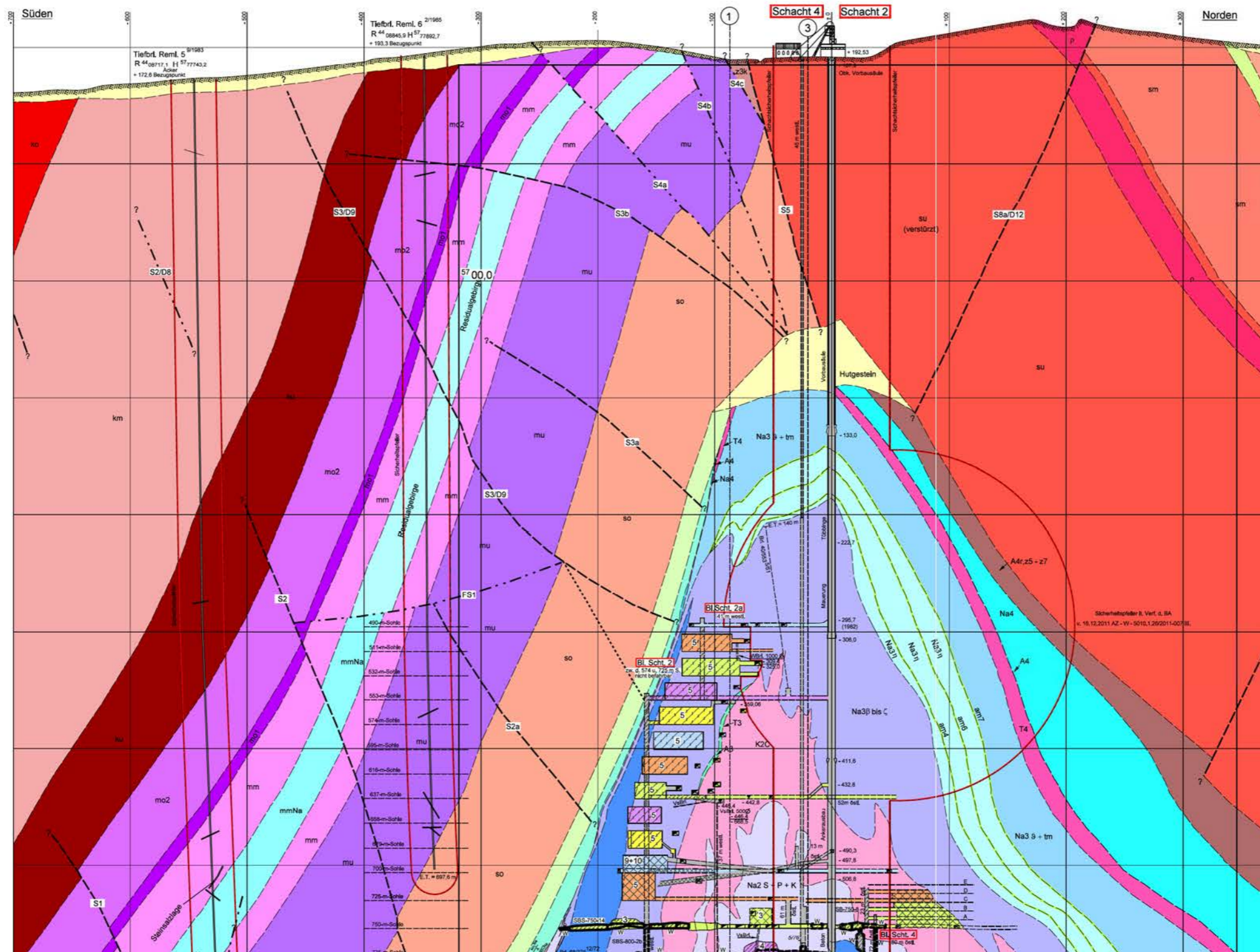
**Messwertdarstellung SMS 4/553, im Liegenden des Pfeilers 3/4, 539 m Teufe**

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE		Blatt: 244	
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA
9A	64300000	GMÜ	AAANN
			AANN
			AAAA
			AA
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC
			AA
			GC
			AA
			BT
			0016
			00
			Rev. NN
			Lfd. Nr. NNNN
			UA
			BT
			GC

### Anhang 3: Verformungsmessungen

#### Anhang 3.1: Nivellements über Tage

#### Geologischer Seigerrissausschnitt des Schnittes 2



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64140000	MAR	GB	BT	0192	00

Begleitbericht zum Tagesnivellement 2017

Blatt: 11

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAANNNA	AAANN	GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								Blatt: 246

**Überträgige Senkungen im Bereich des Schnittes 2 für den Zeitraum 1999 bis 2017**

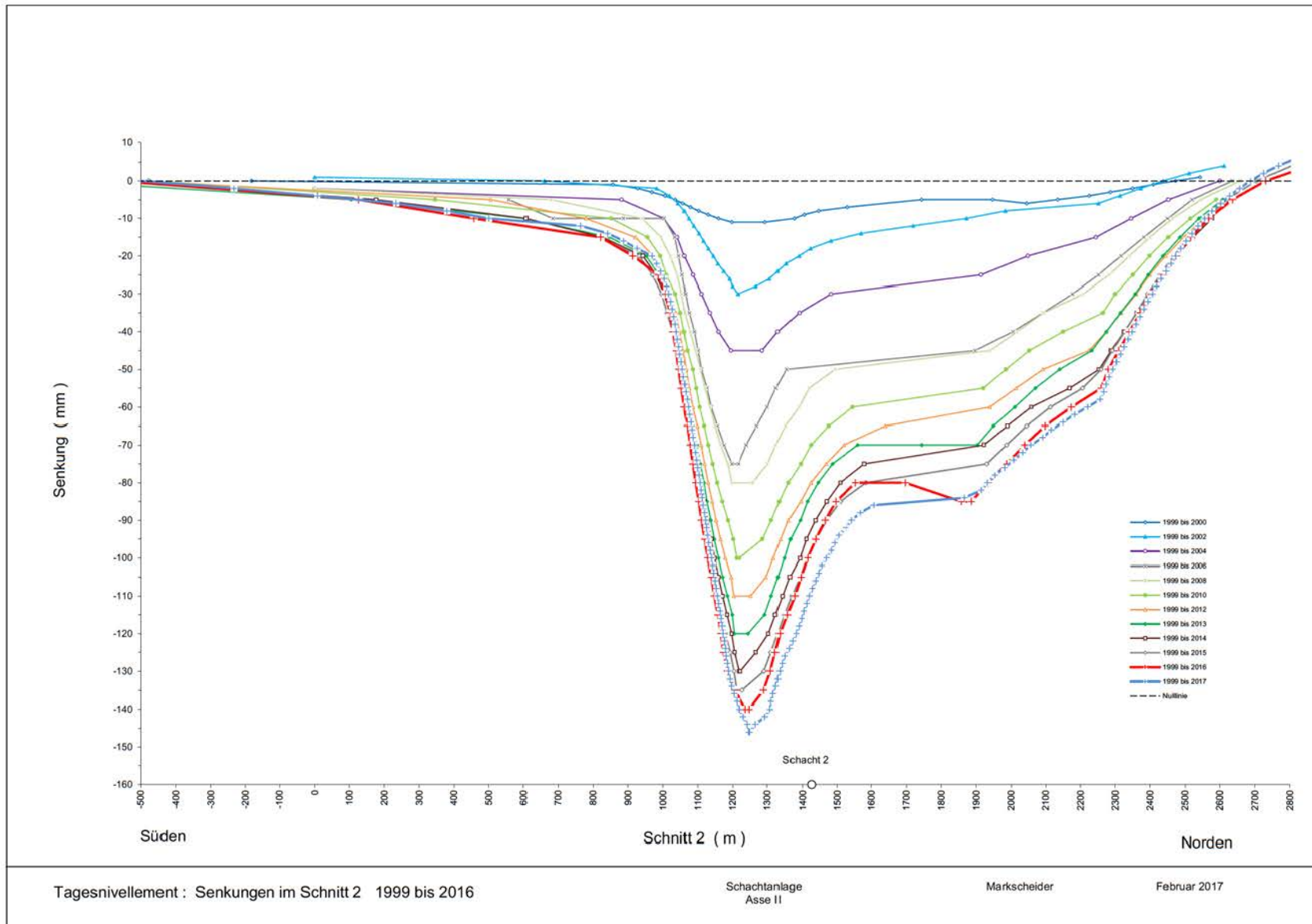


Abbildung 4: Senkungen im Bereich des Schnittes 2 für den Zeitraum 1999 bis 2017



**Anhang 3.2: Extensometermessungen  
Querschlägige Pfeilerstauchungsraten und absolute Stauchungen**


Abbaureihe bzw. Pfeilerreihe	Messstelle	Messzeitraum		Tage	Stauchung [mm]	Stauchungsrate [mm/a]	Berichtszeitraum		Tage	Stauchung [mm]	Stauchungsrate 2015 [mm/a]	Stauchungsrate 2016 [mm/a]	Stauchungsrate 2017 [mm/a]	Delta 2016 - 2017
		von	bis				von	bis						
1	511-WAbb2 <sup>(5)</sup>	11.05.2011	01.01.2018	2427	-2,33	0,35	01.01.2017	01.01.2018	365	-0,30	2,85	1,24	1,52	0,28
1/2	679-1/2	10.09.2011	01.01.2018	2305	-57,63	9,13	01.01.2017	01.01.2018	365	-7,88	8,75	8,94	7,89	-1,05
2/3	532-2/3 <sup>(6)</sup>	05.11.2009	01.01.2018	2979	-407,84	49,97	01.01.2017	01.01.2018	365	-43,31	47,29	46,19	43,63	-2,56
	574-2/3	05.11.2009	01.01.2018	2979	-545,88	66,88	01.01.2017	01.01.2018	365	-56,04	62,47	57,52	55,98	-1,54
	637-2/3 <sup>(6)</sup>	23.12.2009	01.01.2018	2931	-469,84	58,51	01.01.2017	01.01.2018	365	-48,05	53,50	51,37	48,62	-2,75
	658-2/3 <sup>(6)</sup>	23.12.2009	01.01.2018	2931	-244,13	30,40	01.01.2017	01.01.2018	365	-13,16	21,81	15,58	13,16	-2,42
	700-4/5	11.05.2011	01.01.2018	2427	-246,32	37,04	01.01.2017	01.01.2018	365	-31,82	37,07	32,44	31,72	-0,72
3/4	511-3/4	07.11.2009	01.01.2018	2977	-282,69	34,66	01.01.2017	01.01.2018	365	-28,48	32,12	31,22	28,45	-2,77
	553-3/4 <sup>(7)</sup>	05.11.2009	01.01.2018	2979	-641,84	78,64	01.01.2017	01.01.2018	365	-70,01	74,87	72,09	69,73	-2,36
	637-3/4	20.12.2009	01.01.2018	2934	-418,49	52,06	01.01.2017	01.01.2018	365	-50,07	52,25	51,59	50,05	-1,54
4/5	553-4/5 <sup>(5)</sup>	20.11.2009	24.01.2016	2256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	553-4/5 (Beton) <sup>(6)(8)</sup>	26.09.2013	01.01.2018	1558	-299,61	70,19	03.01.2017	01.01.2018	363	-65,29	70,44	68,87	65,65	-3,22
	637-4/5 <sup>(7)</sup>	18.12.2009	01.01.2018	2936	-328,60	40,85	01.01.2017	01.01.2018	365	-40,12	43,22	42,67	41,60	-1,07
	637-4/5 (Beton) <sup>(7)</sup>	01.12.2013	01.01.2018	1492	-203,38	49,75	05.02.2017	01.01.2018	330	-42,20	50,70	50,16	47,08	-3,08
	700-8/9-10 <sup>(8)</sup>	09.09.2010	01.01.2018	2671	-147,22	20,12	01.01.2017	01.01.2018	365	-15,70	16,13	16,69	15,95	-0,74
5/6	616-5/6 <sup>(8)</sup>	17.12.2009	01.01.2018	2937	-640,23	79,57	01.01.2017	01.01.2018	365	-64,91	70,39	67,43	64,91	-2,52
	679-5/6 <sup>(10)</sup>	14.05.2011	01.01.2018	2424	-274,57	41,34	01.01.2017	01.01.2018	365	-35,82	37,44	37,04	35,94	-1,10
6	700-11/12	01.12.2010	01.01.2018	2588	-315,12	44,44	01.01.2017	01.01.2018	365	-37,26	40,05	38,07	37,22	-0,85
6/7	511-6/7	31.07.2009	01.01.2018	3076	-338,26	40,14	01.01.2017	01.01.2018	365	-33,02	35,37	35,42	33,01	-2,41
	532-6/7	31.07.2009	01.01.2018	3076	-743,70	88,25	01.01.2017	01.01.2018	365	-73,28	79,45	75,77	73,17	-2,60
	574-6/7 <sup>(7)</sup>	31.07.2009	01.01.2018	3076	-719,98	85,43	01.01.2017	01.01.2018	365	-70,69	74,50	73,90	70,79	-3,11
	637-6/7 <sup>(2)</sup>	12.12.2013	01.12.2016	1085	-222,15	74,73	-	-	-	-	71,40	68,86	-	-
	700-12/13 <sup>(9)</sup>	21.03.2010	01.01.2018	2843	-313,93	40,30	01.01.2017	01.01.2018	365	-32,66	36,68	33,73	32,92	-0,81
7/8	595-7/8	05.11.2009	01.01.2018	2979	-653,20	80,03	01.01.2017	01.01.2018	365	-73,57	78,37	75,72	73,46	-2,26
	658-7/8	14.12.2013	01.01.2018	1479	-181,47	44,78	01.01.2017	01.01.2018	365	-44,91	48,64	34,92	44,62	9,70
8/9	595-8/9 <sup>(5)</sup>	07.11.2009	01.01.2018	2977	-450,02	55,18	01.01.2017	01.01.2018	365	-46,20	49,27	48,25	46,28	-1,97
	658-8/9	15.11.2013	01.01.2018	1508	-122,39	29,62	01.01.2017	01.01.2018	365	-26,34	29,99	26,94	26,37	-0,57

<sup>(1)</sup> Messstelle wurde am 24.01.2016 deaktiviert  
<sup>(2)</sup> Extensometer seit dem 01.12.2016 durch Ausfall beeinflusst. Keine Messwerte für das Jahr 2017 verfügbar. Reparatur wurde am 14.12.2017 durchgeführt.  
<sup>(3)</sup> Messwertaufnahme zeigt stufenförmigen Verlauf. Daher große Schwankungen in den Stauchungsdaten.  
<sup>(4)</sup> Extensometer vom 01.11.2016 bis 04.01.2017 durch Gestängeverkürzung beeinflusst.  
<sup>(5)</sup> Messwerte vom 26.01.2017 bis 05.02.2017 blieben aufgrund einer Beschädigung unberücksichtigt.  
<sup>(6)</sup> Extensometer vom 08.05.2017 bis 14.06.2017 durch Gestängeverkürzung beeinflusst.  
<sup>(7)</sup> Extensometer vom 28.09.2017 bis 11.11.2017 durch Gestängeverkürzung beeinflusst.  
<sup>(8)</sup> Extensometer am 28.09.2017 durch Wartungsarbeiten beeinflusst.  
<sup>(9)</sup> Messwerte aufgrund von unplausiblen Messwerten unberücksichtigt.  
<sup>(10)</sup> Messwerte aufgrund eines defekten Kabels vom 27.11.2017 bis 14.12.2017 unberücksichtigt.  
<sup>(11)</sup> Firsniveau, <sup>(12)</sup> Sohlenniveau

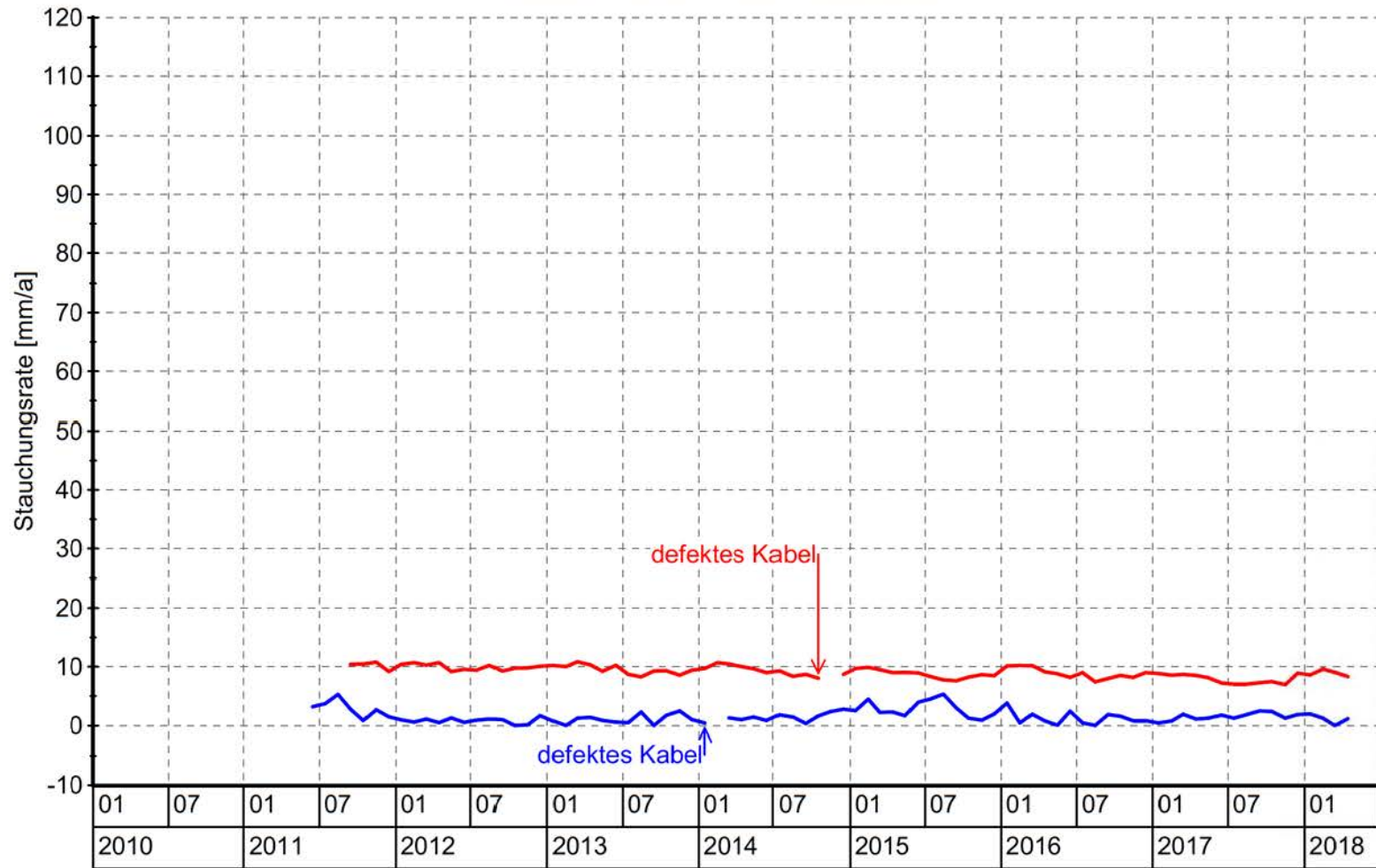
Stauchungsdaten werden aus den wöchentlich gemittelten Stauchungen berechnet

	Rückgang der Stauchungsrate von > -2 mm/a
	Rückgang der Stauchungsrate von 0 bis -2 mm/a
	Zunahme der Stauchungsrate von 0 bis +2 mm/a
	Zunahme der Stauchungsrate von > 2 mm/a

in Fett formatiert: Stauchungsrate >= 60 mm/a


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN						
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 247							
 BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG							

Mittelwert über die monatlich berechneten  
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 1/2

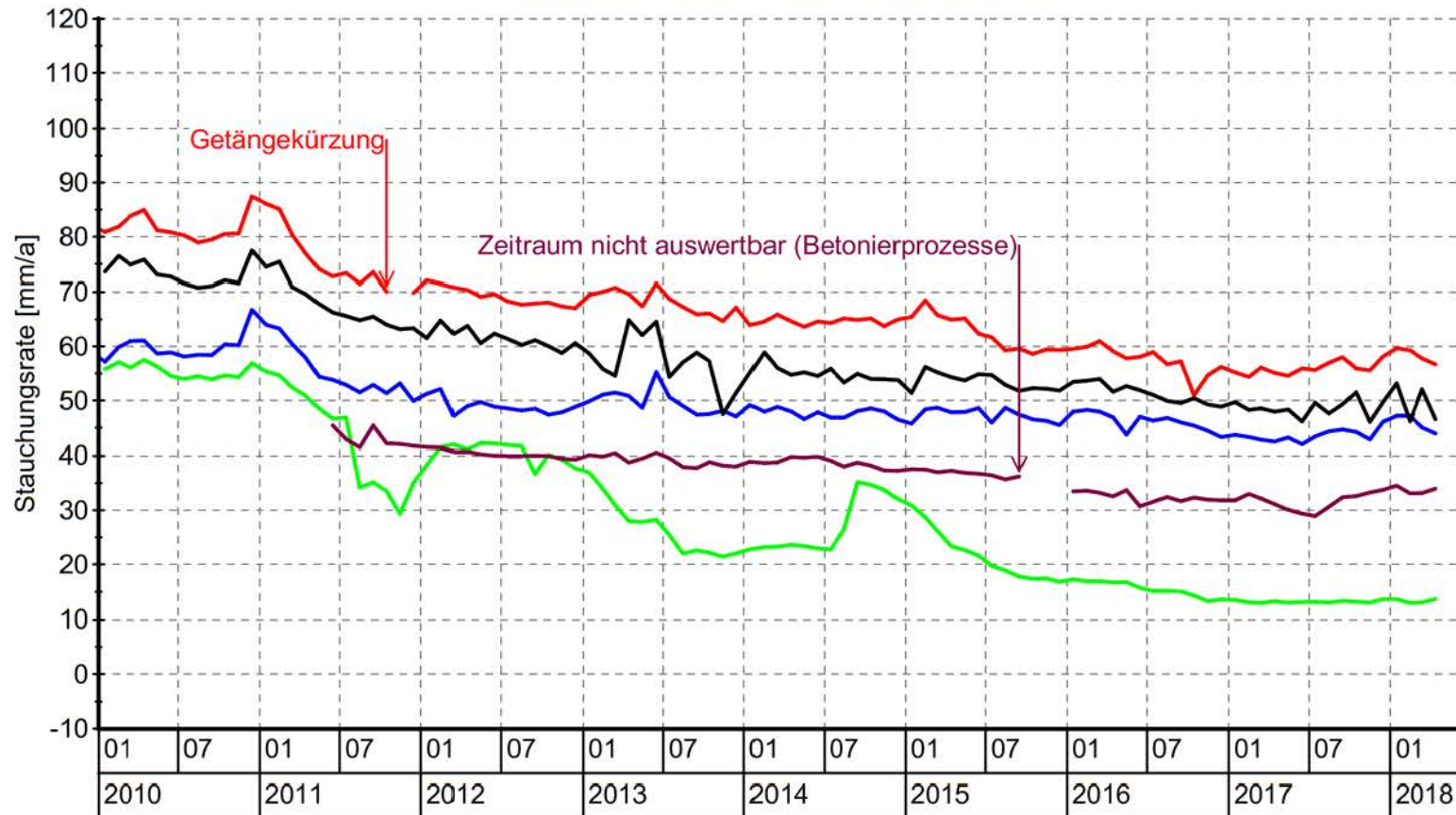


Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (blue)	MFA 490-TA\524	532014	west. Abb. 2	511-/532-..	50,4 m	Na3	
— (red)	MFA 490-TA\525	679003	1/2	679-m-S	50,0 m	Na2	

Pfeilerstauchungsraten nach Pfeilerreihen

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		GC		UA		NN	
9A		64300000		GMÜ						BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 248															
 BUNDESGESellschaft FÜR ENdLAGERUNG															

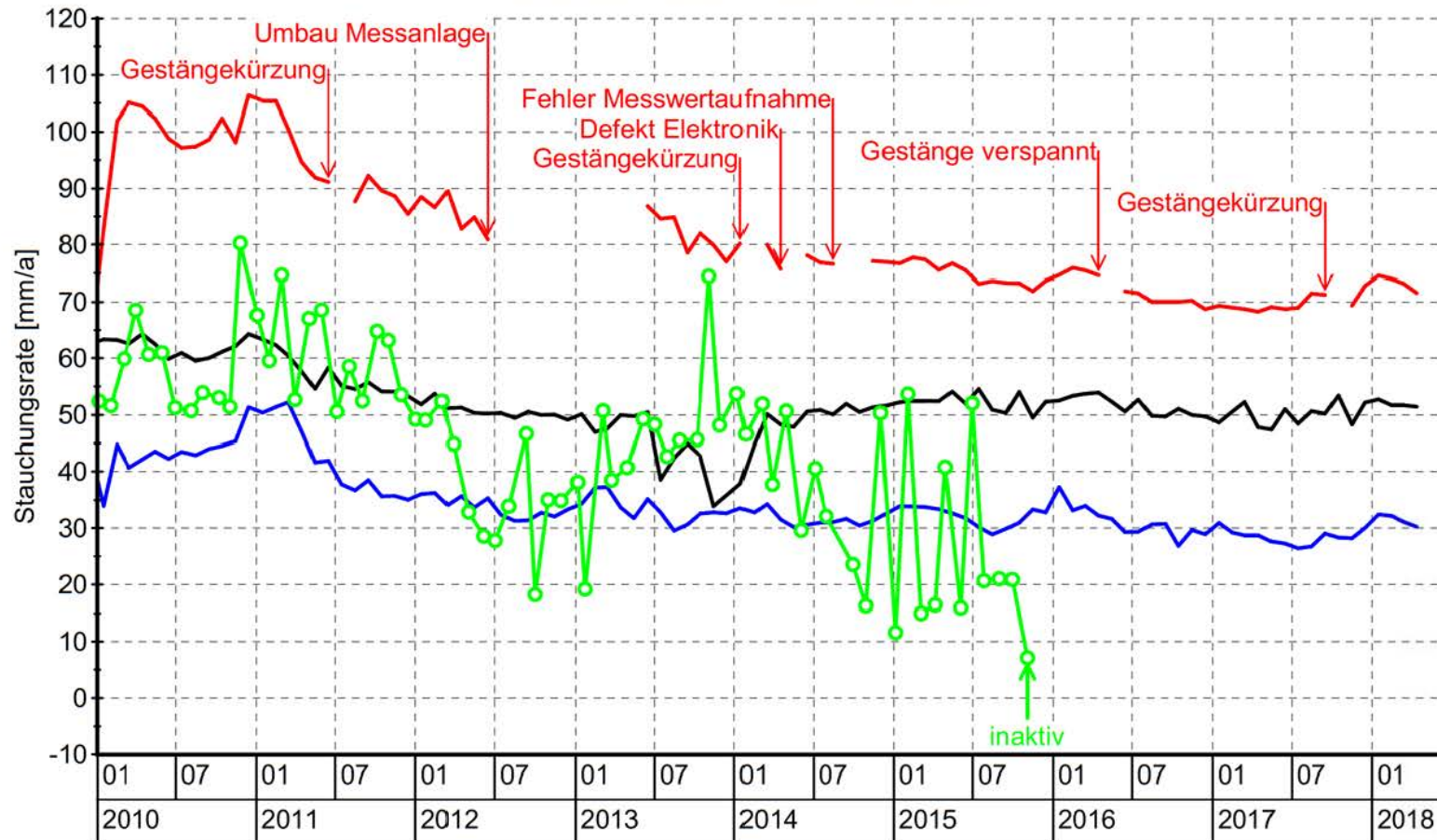
### Mittelwert über die monatlich berechneten Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 2/3



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA\503	532013	2/3	532-m-S	58,8 m	Na3	
—	MFA 490-TA\506	574003	2/3	574-m-S	52,6 m	Na3/K2C	
—	MFA 490-TA\511	637004	2/3	637-m-S	27,6 m	Na3	
—	MFA 490-TA\515	658005	2/3	658-m-S	39,2 m	Na3	
—	MFA 490-TA\520	700002	2/3 (4/5)	700-m-S	34,6 m	Na3	

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 249								

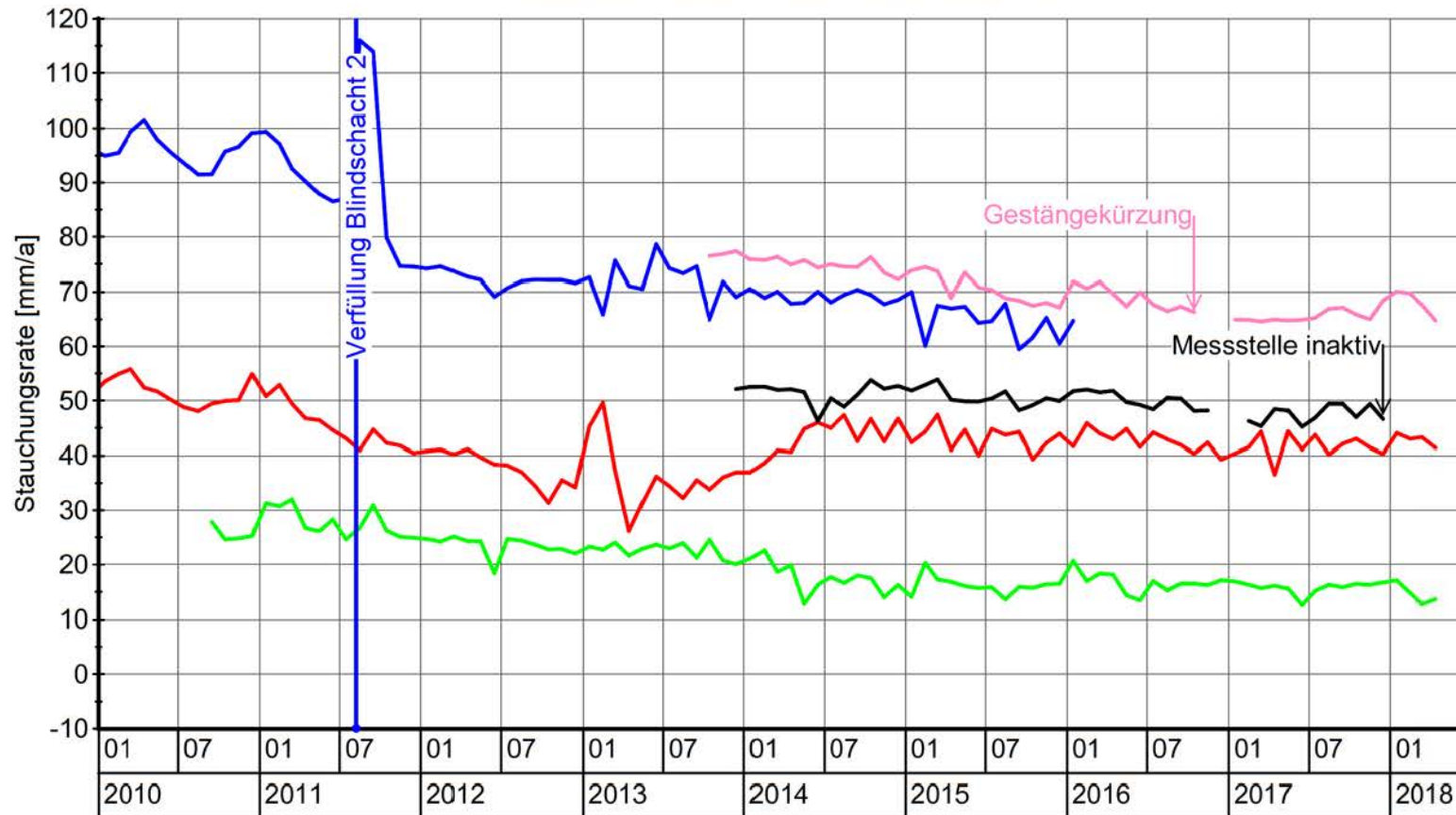
Mittelwert über die monatlich berechneten  
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 3/4




Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA\501	511001	3/4	511-m-S	62,6 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA\504	553009	3/4	553-m-S	58,9 m	Na3	
— (Black)	MFA 490-TA\512	637005	3/4	637-m-S	34,0 m	Na3	
—○— (Green)	658-3/4	658010	3/4	658-m-S	49,4 m	Na3	Handmess..

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 250								

Mittelwert über die monatlich berechneten  
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 4/5



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA\505	553011	4/5	553-m-S	39,5 m	Na3	
—	MFA 490-TA\516	553013	4/5 (Beton)	553-m-S	49,2 m	Na3	
—	MFA 490-TA\513	637003	4/5 (Firstniveau)	637-m-S	42,0 m	Na3	
—	MFA 490-2\16-18	637008	4/5 (Beton)	637-m-S	56,66 m	Na3	
—	MFA 490-TA\521	700005	4/5 (8/9-10)	700-m-S	43,5 m	Na3	

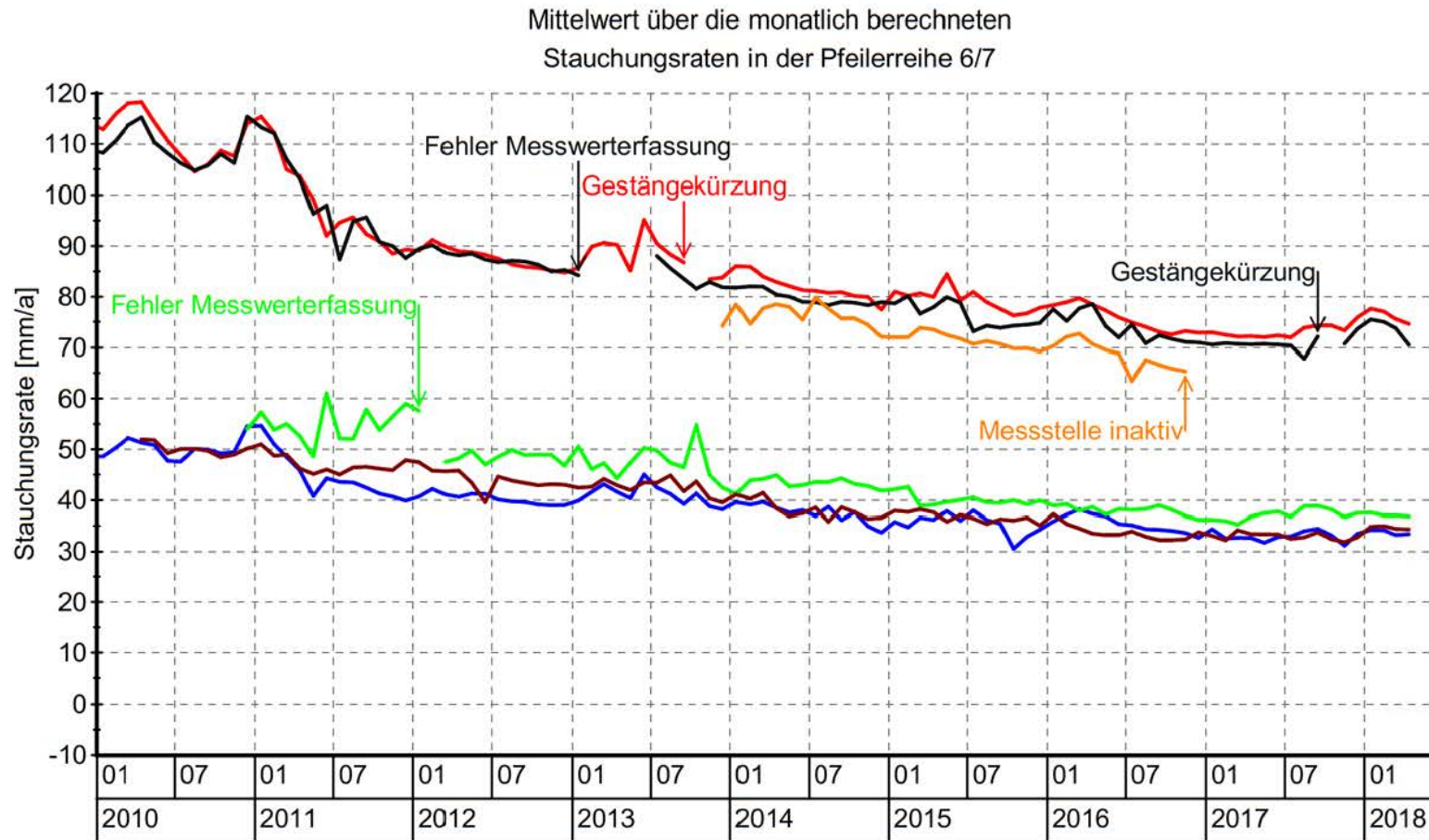
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 251								
									

Mittelwert über die monatlich berechneten  
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 5/6




Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA\510	616004	5/6	616-m-S	53,4 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA\519	679004	5/6	679-m-S	30,5 m	Na3	

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 252								



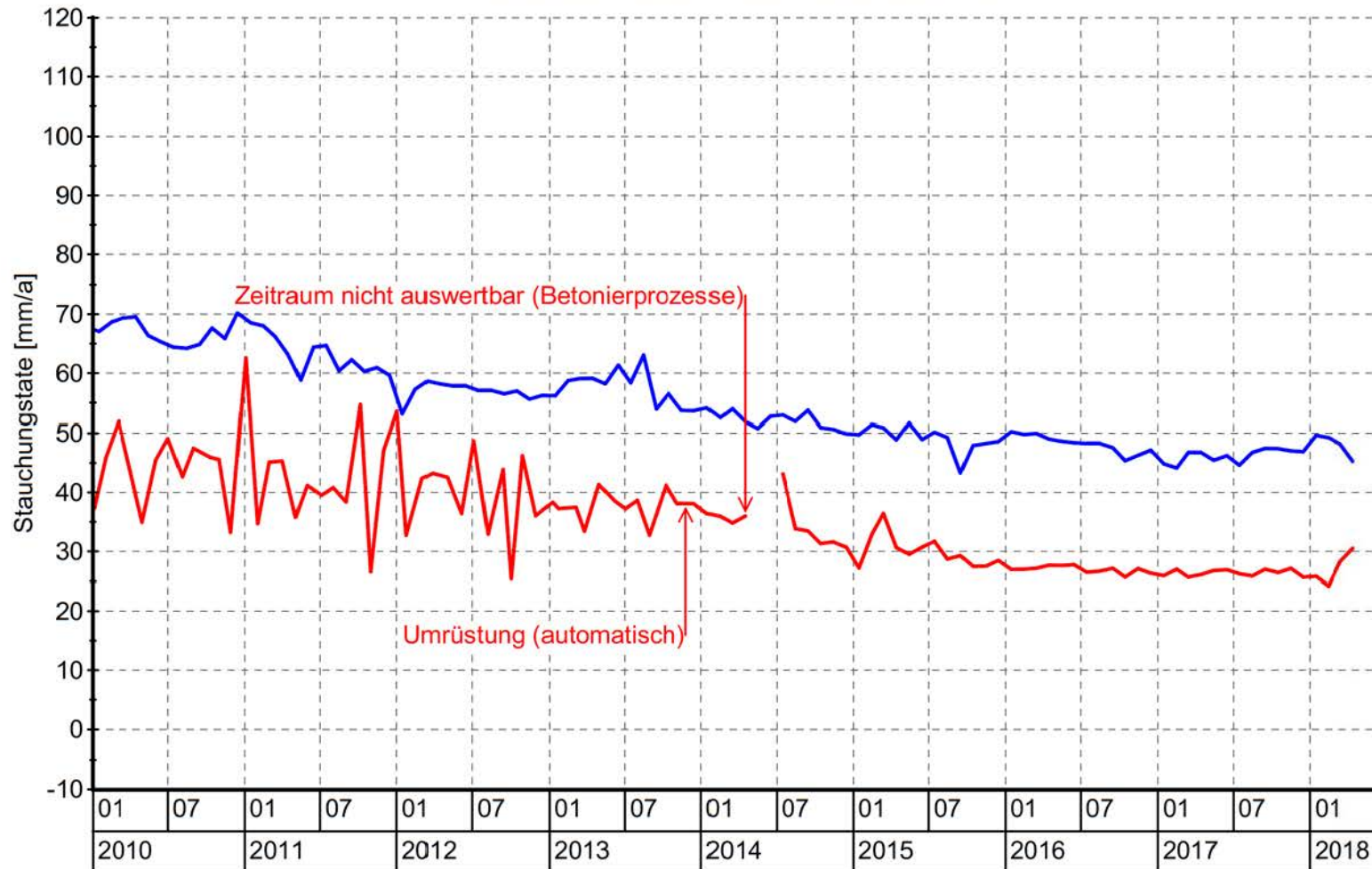
Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA\502	511002	6/7	511-m-S	45,0 m	Na3	
—	MFA 490-TA\523	532016	6/7	532-m-S	61,4 m	Na3	
—	MFA 490-TA\507	574004	6/7	574-m-S	47,9 m	Na3	
—	MFA 490-TA\23	637012	6/7	637-m-S	40,4 m	Na3	
—	MFA 490-TA\526	700003	ABR 6 (11/12)	700-m-S	35,0 m	Na3	
—	MFA 490-TA\522	700004	6/7 (12/13)	700-m-S	58,2 m	Na3	

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 253								
	 BGE BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG								




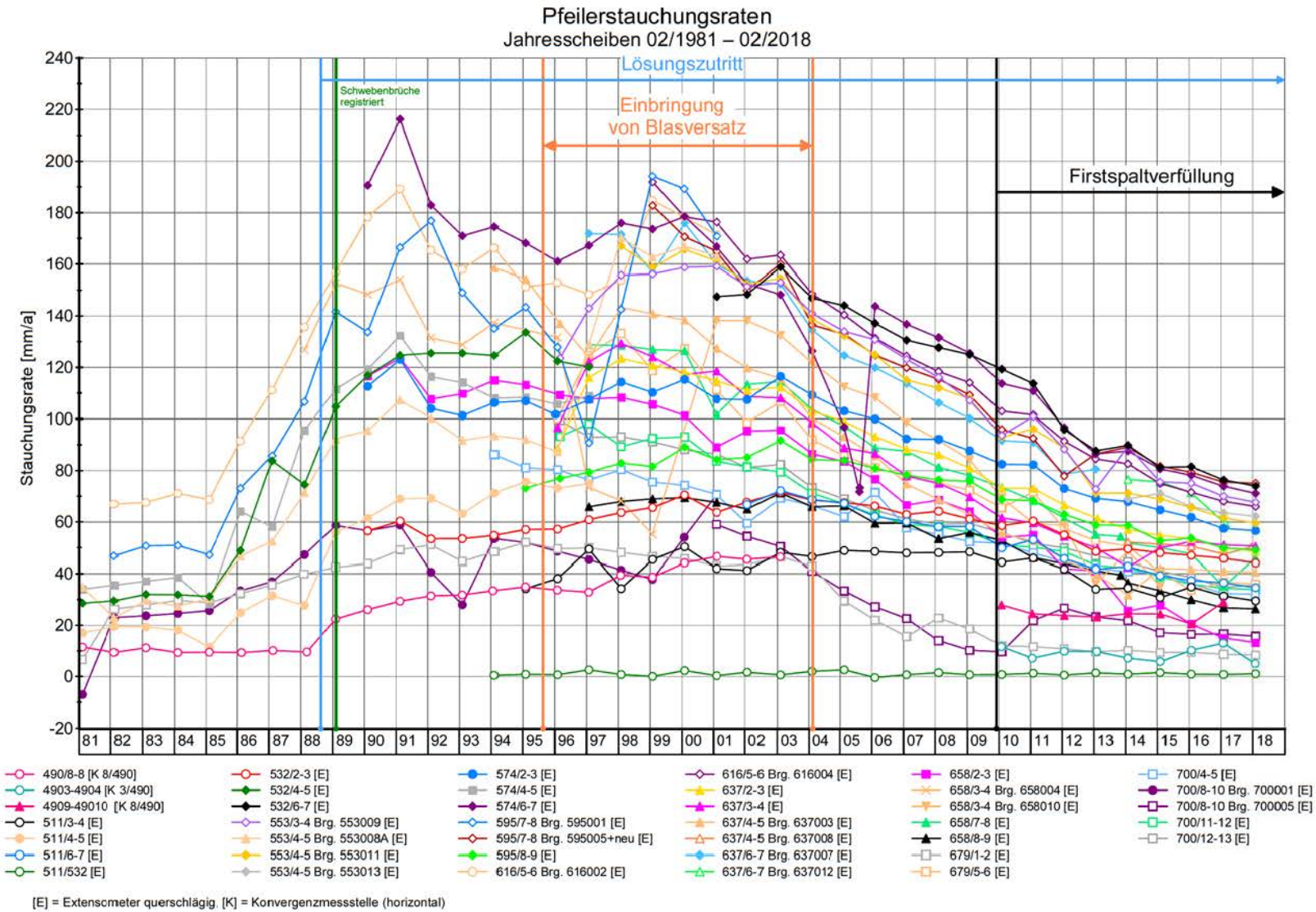


Mittelwert über die monatlich berechneten  
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 8/9




Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA/509	595004	8/9	595-m-S	47,0 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA/518	658009	8/9	658-m-S	52,9 m	Na3/Na2	

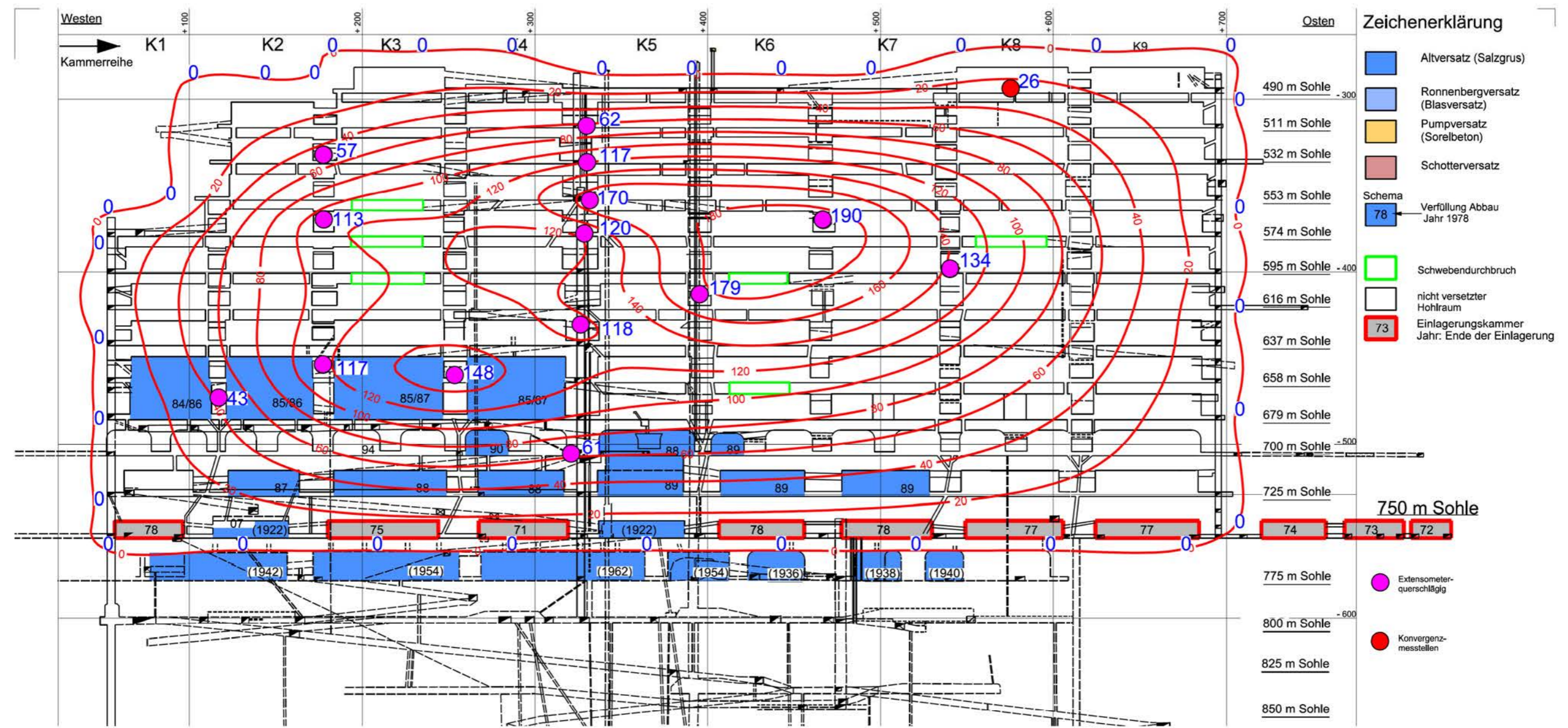
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 255								
	 BGE BUNDESGESellschaft FÜR ENdLAGERUNG								



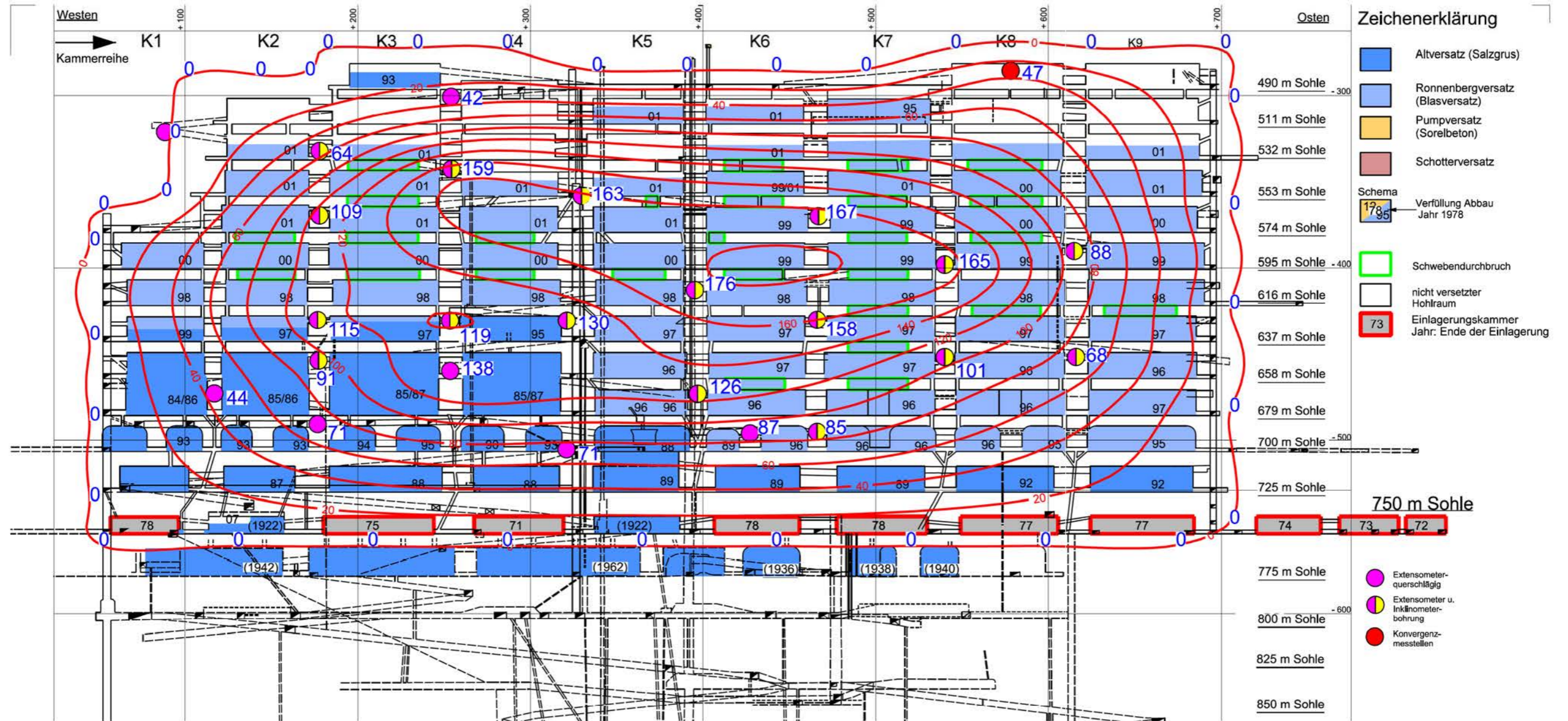
Pfeilerstauchungsraten 490- bis 700-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							00
Blatt: 256							 BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

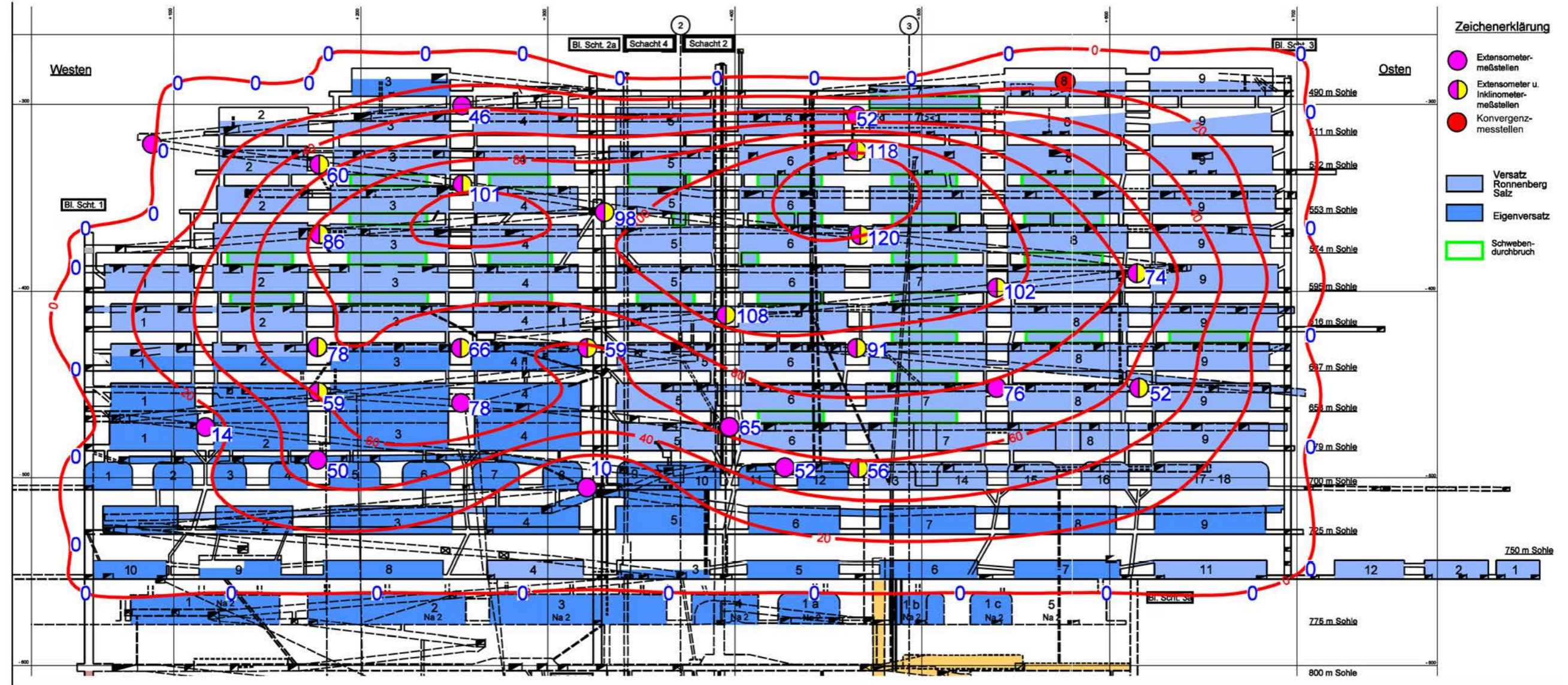
Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 02/89 bis 02/90



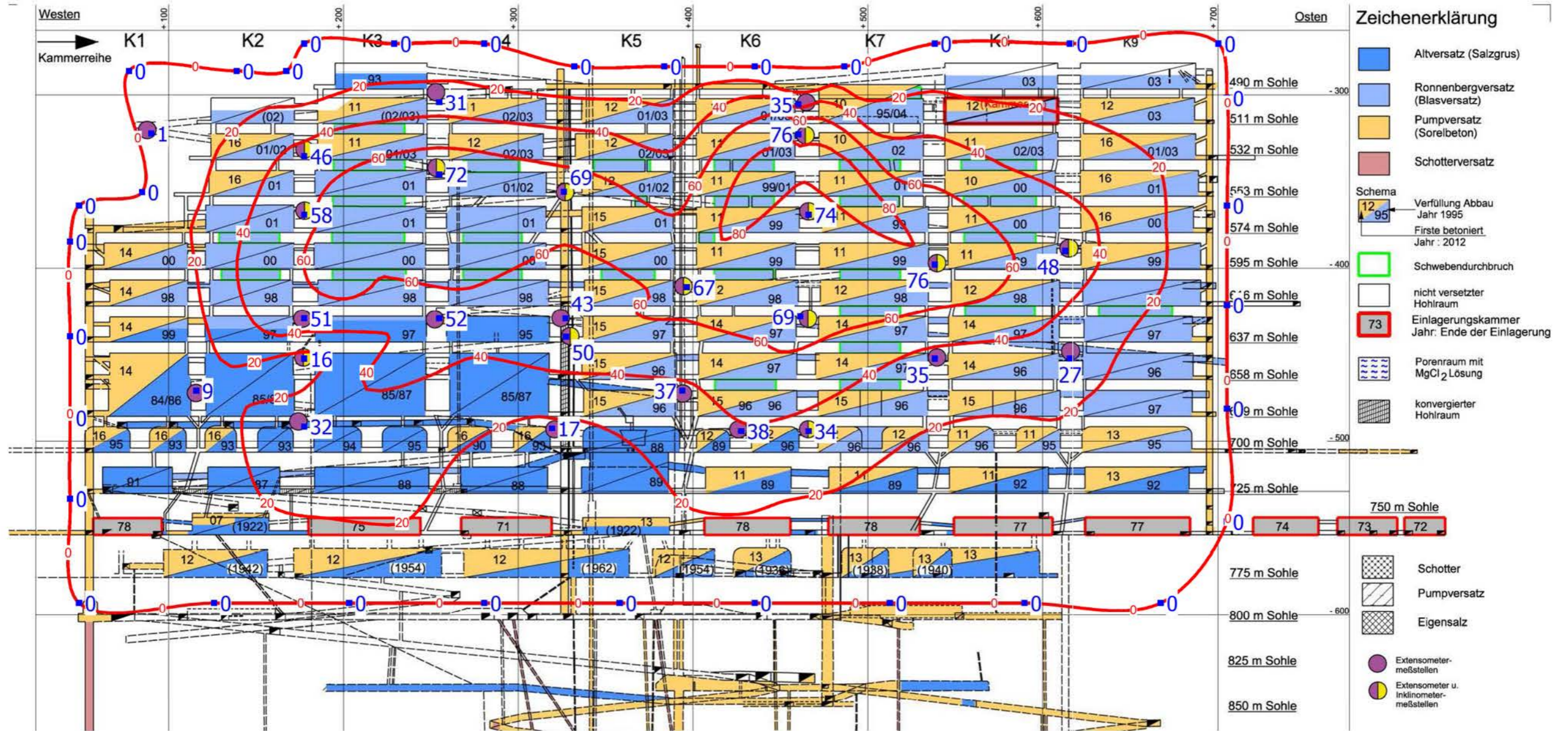
### Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 02/00 bis 02/01



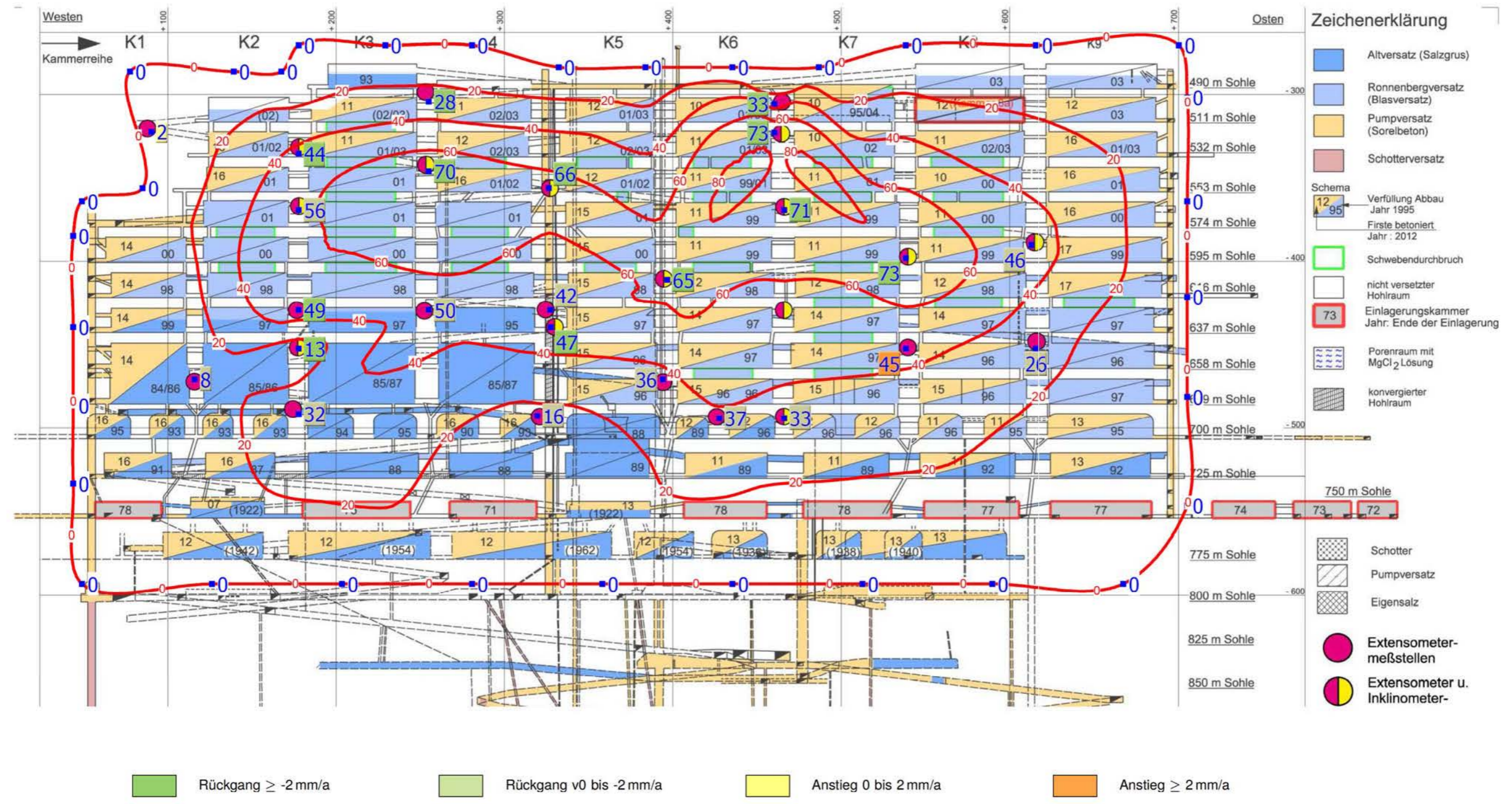
**Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 08/08 bis 08/09**



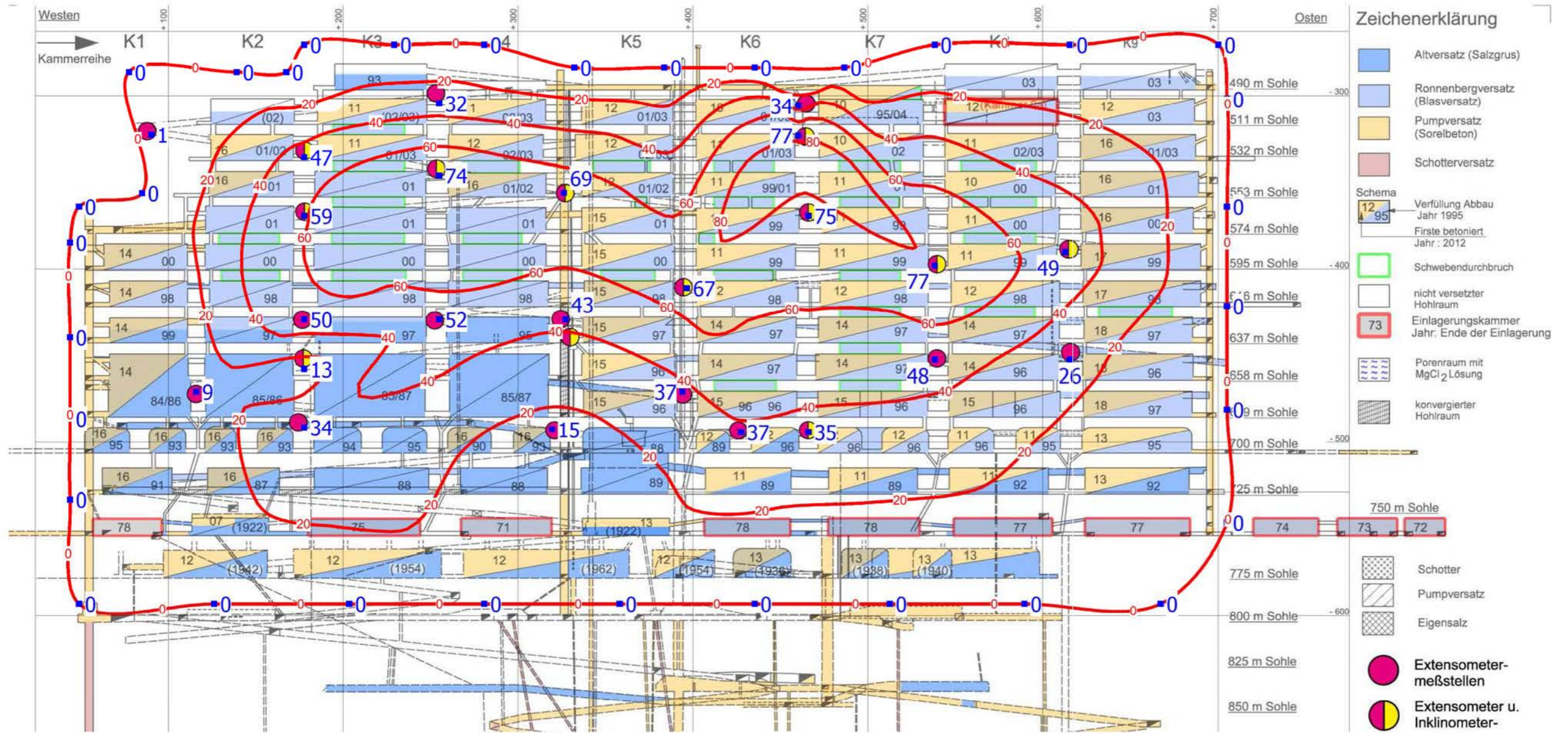
Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 01/16 bis 01/17



Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 01/17 bis 01/18

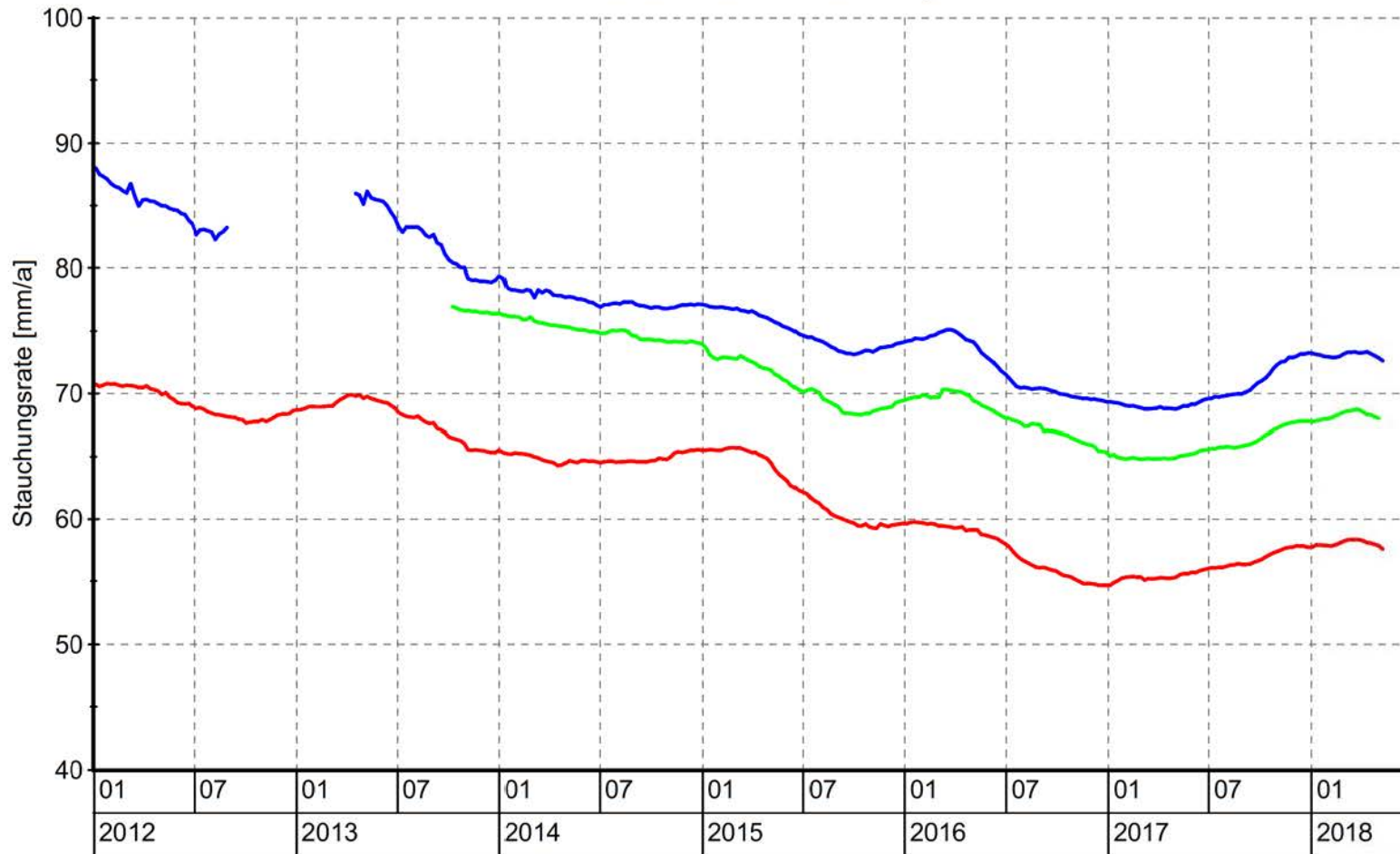


### Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 01/18 bis 04/18






### Übersicht max. Pfeilerstauchungsraten - Westflügel Gleitender Mittelwert über 91 Tage

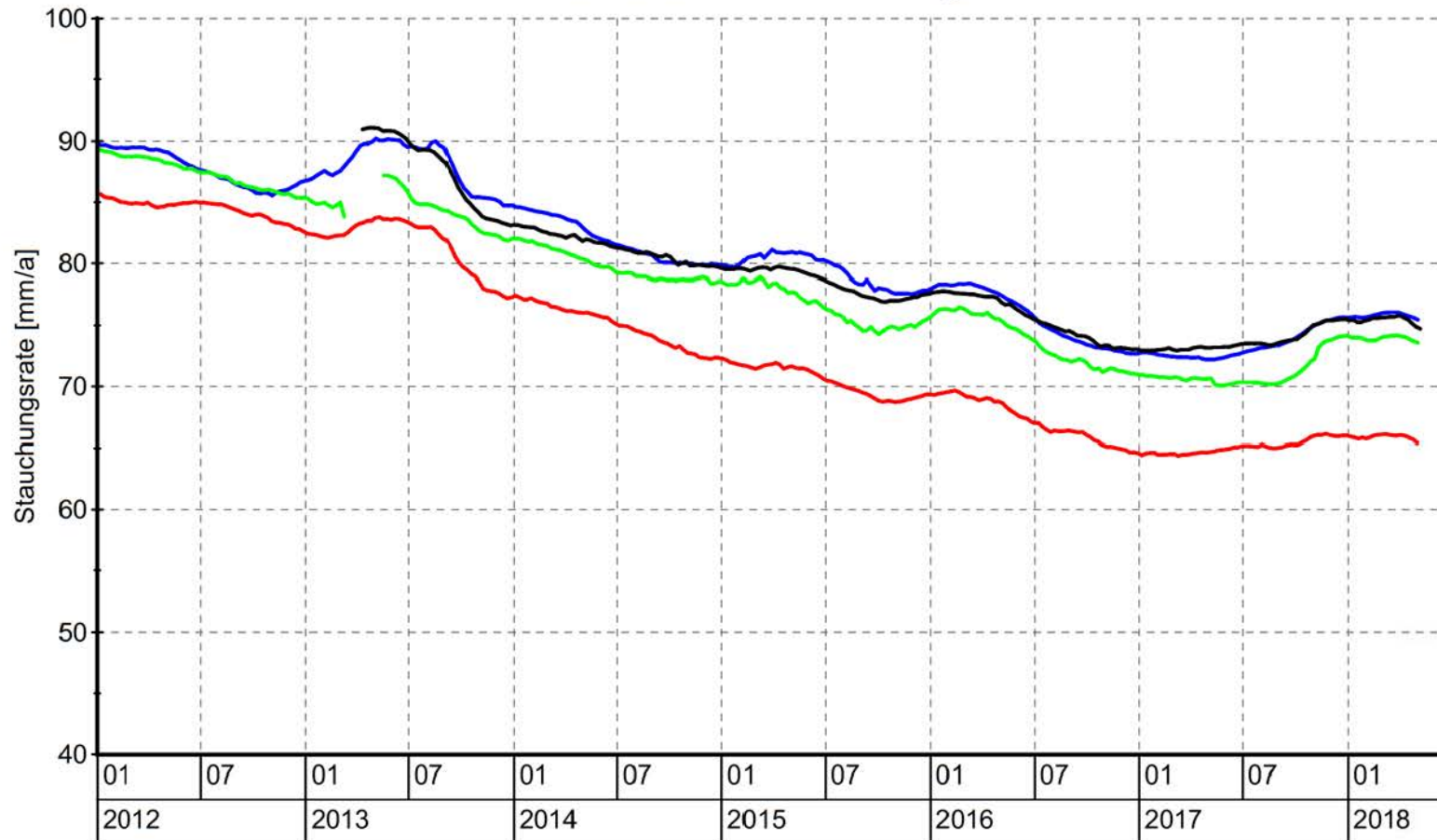


Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA/506	574003	2/3	574-m-S	52,6 m	Na3/K2C	
—	MFA 490-TA/504	553009	3/4	553-m-S	58,9 m	Na3	
—	MFA 490-TA/516	553013	4/5 (Beton)	553-m-S	49,2 m	Na3	


Trendfunktion der maximale Pfeilerstauchungsraten im West- und Ostflügel


Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016 00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 263															
 BGE BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung															

### Übersicht max. Pfeilerstauchungsraten - Ostflügel Gleitender Mittelwert über 91 Tage



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA\510	616004	5/6	616-m-S	53,4 m	Na3	
—	MFA 490-TA\523	532016	6/7	532-m-S	61,4 m	Na3	
—	MFA 490-TA\507	574004	6/7	574-m-S	47,9 m	Na3	
—	MFA490-TA\508	595005	7/8	595-m-S	49,0 m	Na3	

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 264								
									

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 265

### Anhang 3.3: Visuelle Beobachtungen in den Inklinometerbohrungen

#### Bohrlochinspektion in Pfeilerreihe 2/3, 532- und 658-m-Sohle



*Bild 1: Bohrung 532015; elliptische Bohrlochkontur bei 41 m Bohrlöchentiefe; Aufnahme vom 17.12.2017*



*Bild 2: Bohrung 658010; Ausblühungen und Dunkelfärbung der Bohrlochkontur bei 24,8 m Bohrlöchentiefe deuten auf Feuchtigkeit hin; Aufnahme vom 13.12.2017*

#### Bohrlochinspektion in Pfeilerreihe 4/5, 553- und 637-m-Sohle



*Bild 3: Bohrung 553014; Riss bei 44,6 m Bohrlöchentiefe; Aufnahme vom 06.12.2017*



*Bild 4: Bohrung 637013; Ausblühungen deuten auf Feuchtigkeit bei 35,80 m Bohrlöchentiefe; Aufnahme vom 14.12.2017*


#### Bohrlochinspektion im Pfeiler 7/8, 595-m-Sohle



*Bild 5: Bohrung 595006; Riss und Konturausbrüche bei 27,1 m Bohrlöchentiefe; Aufnahme vom 15.12.2017*



*Bild 6: Bohrung 595006; Riss bei 29,4 m Bohrlöchentiefe; Aufnahme vom 15.12.2017*

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

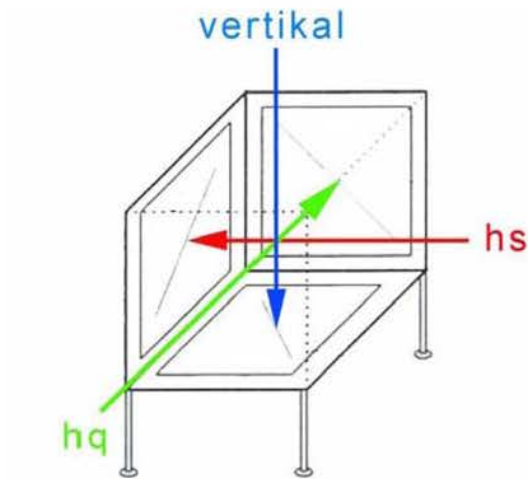
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 266

## Anhang 4: Versatzdruckmessungen

### Anhang 4.1: Prinzipskizze – Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers

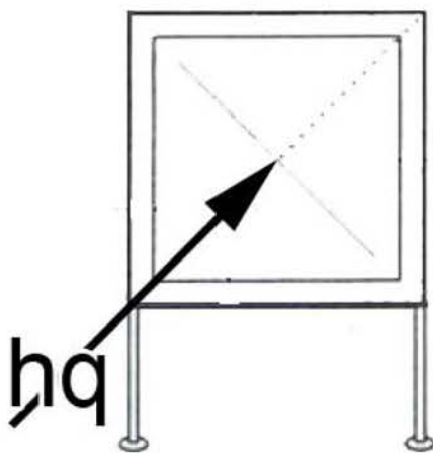
Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation:



Legende:

- hs: horizontal-streichend  
(in Streichrichtung des Asse-Sattels)
- hq: horizontal querschlägig  
(orthogonal zum Streichen des Asse-Sattels)

Aufbau eines Versatzdruckgebers:

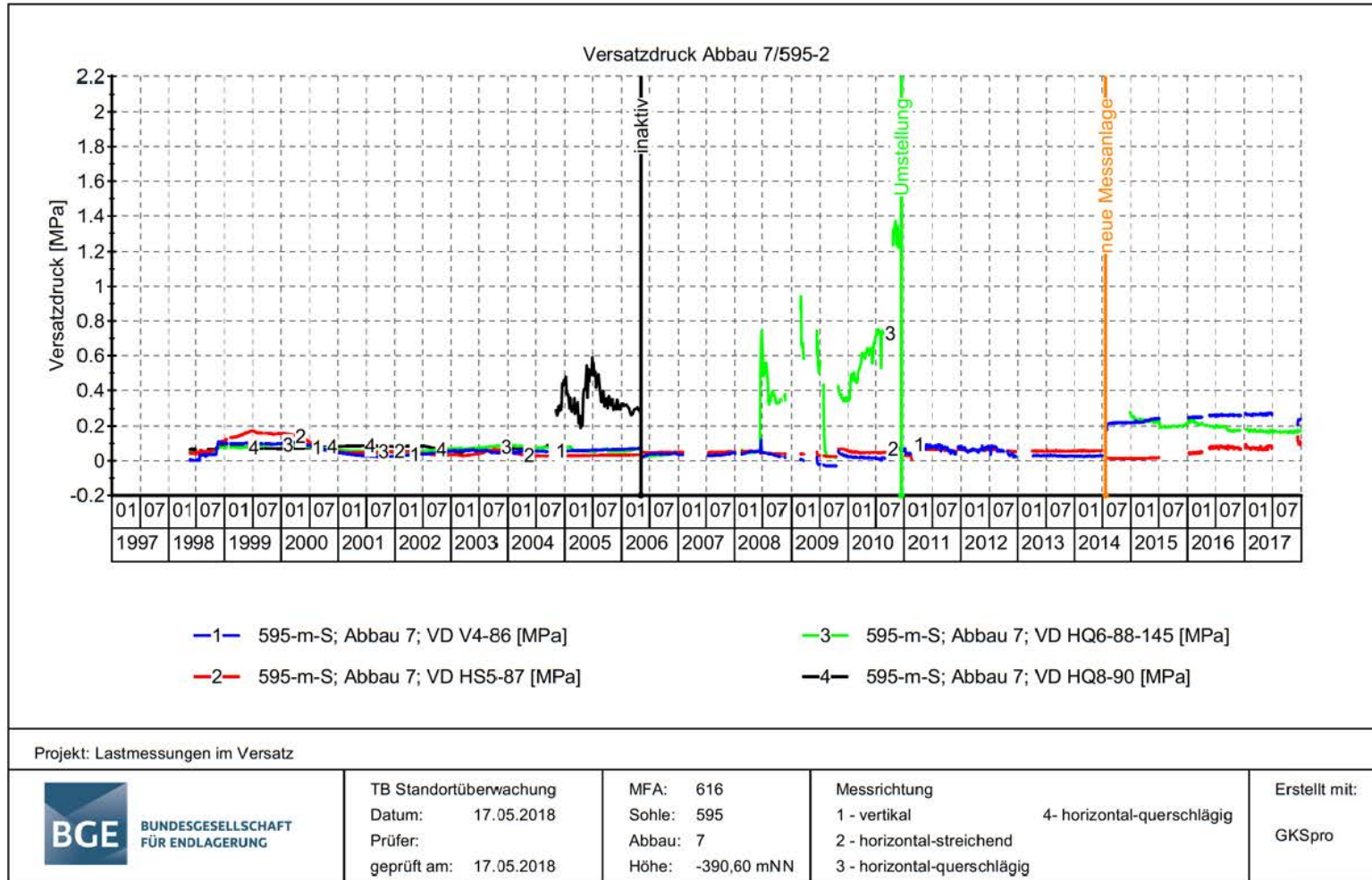


Legende:

- hq: horizontal querschlägig  
(orthogonal zum Streichen des Asse-Sattels)

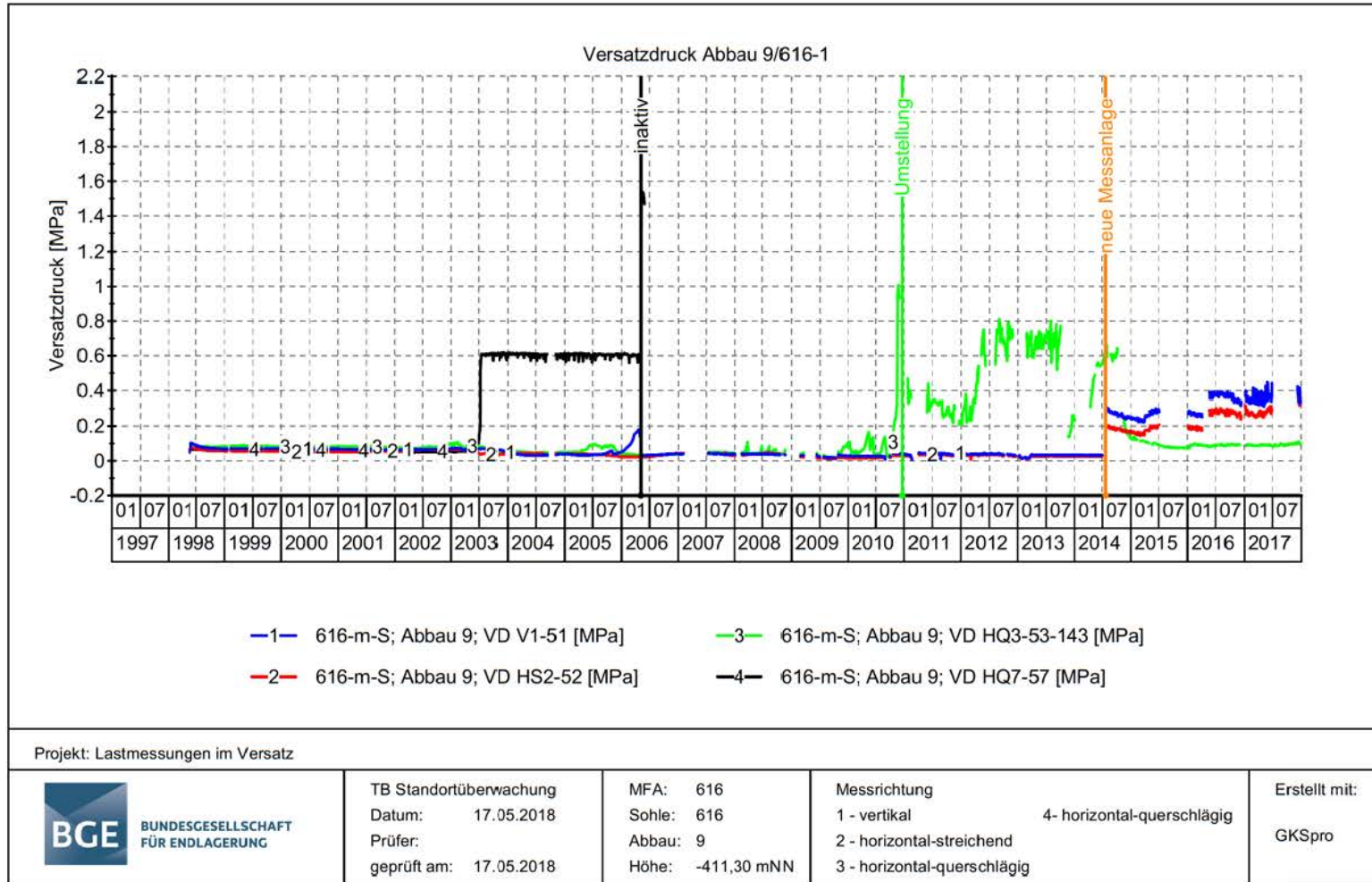


Anhang 4.3: Messwertdarstellung Abbau 7/595 (MQ2)




Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAINNA	AAIN	GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							Blatt: 268
 BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG							

Anhang 4.4: Messwertdarstellung Abbau 9/616 (MQ1)



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AAINNA	AANN	GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							
Blatt: 269							 <b>BGE</b> BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

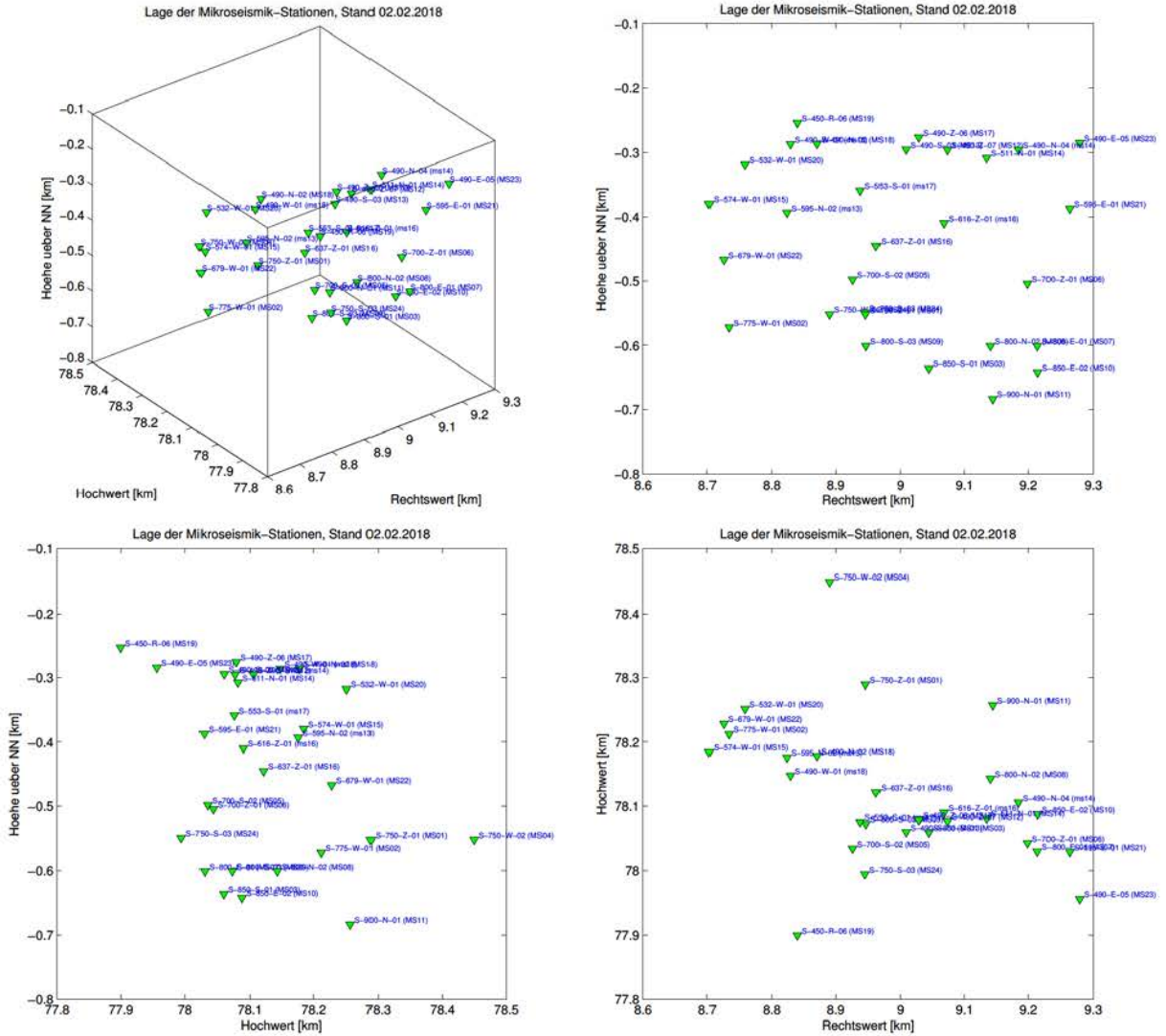
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 270

## Anhang 5: Mikroseismische Überwachung

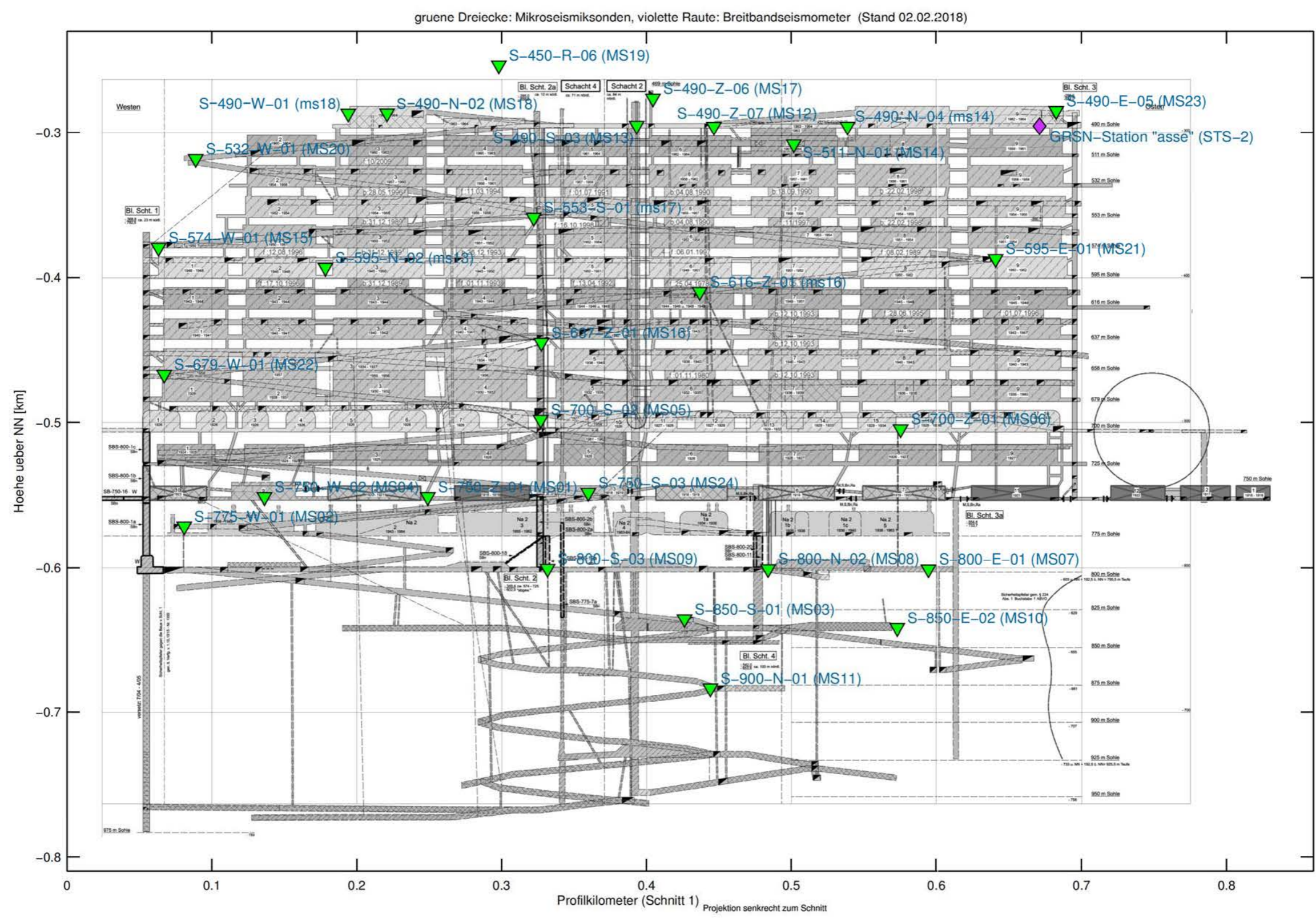
### Anhang 5.1: Positionen der Mikroseismiksonden


#### Positionen der Mikroseismiksonden projiziert entlang der Koordinatenachsen





**Positionen der Mikroseismiksonden projiziert auf Schnitt 1**



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 272

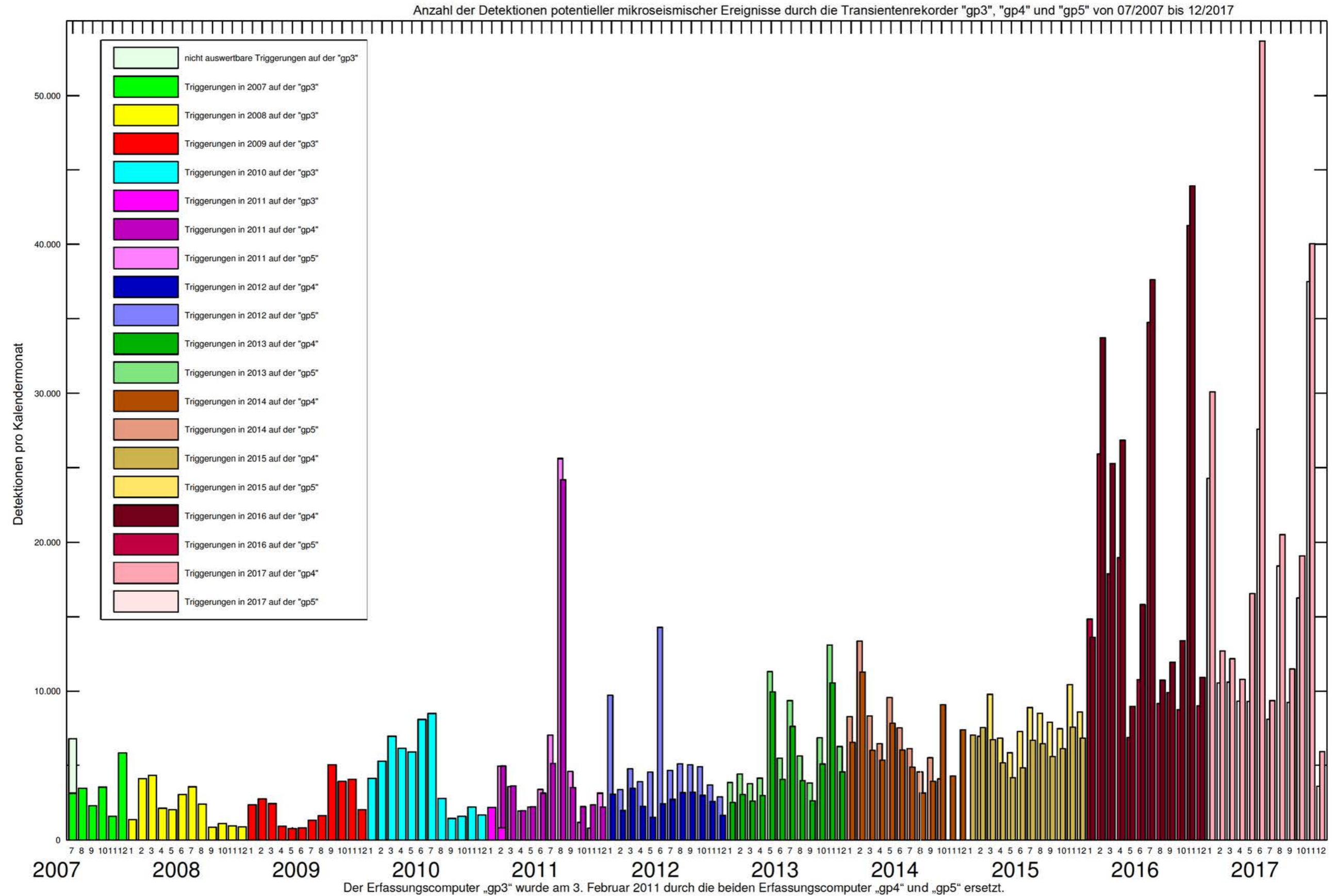
## Anhang 5.2: Betriebsbereitschaft des Mikroseismiknetzes und der Erfassung

Detektierte Fehler und Ausfälle, Hardware- und Parameteränderungen	
Zeitraum in UTC*	Art der Störung etc.
27.10.2016 09:03 – 09:15	Verlegung der Mikroseismiksonde „S-490-Z-07“ (alte Bezeichnung: „MS12“) in eine Bohrung beim Messraum auf der 490-m-Sohle.
27.10.2016 12:04 – 12:49	Temporärer Ausfall der Mikroseismiksonde „S-775-W-01“ (alte Bezeichnung: „MS02“) aufgrund von Kontaktproblemen an einer Steckerverbindung im Messraum.
03.11.2016 13:23 – 13:24	Austausch der Sondenhardware der Mikroseismiksonde „S-775-W-01“ (alte Bezeichnung: „MS02“).
07.03.2017 08:11 – 14:38	Austausch des Transientenrekorders „gp4“ gegen ein Nachfolgemodell (aufgrund teilreduzierter Auslegung der Mikroseismikanlage ohne Beeinträchtigung der mikroseismischen Überwachung).
08.03.2017 08:44 – 13.03.2017 09:39	Temporärer Ausfall der Sonde „S-490-W-01“ (alte Bezeichnung: „18“) aufgrund eines Datenkabeldefekts.
09.06.2017 14:00 – 14:55	Verlust der Ereignisregistrierungen des Transientenrekorders „gp5“ aufgrund eines fehlerhaften Kopiervorgangs (aufgrund teilreduzierter Auslegung der Mikroseismikanlage ohne Beeinträchtigung der mikroseismischen Überwachung).
23.06.2017 16:16 – 26.06.2017 08:42	Ereignisdetektion für die Mikroseismikstation „S-700-Z-01“ („MS06“) auf dem Transientenrekorder „gp5“ temporär ausgeschaltet, da stationsnahe Arbeiten starke Vibrationen hervorgerufen hatten, die zu einer sehr großen Anzahl nicht relevanter Detektionen direkt arbeitsbedingter Ereignisse führten.
07.08.2017 08:00 – 08:18	Austausch der Sondenhardware der Mikroseismiksonde „S-490-Z-07“ (alte Bezeichnung: „MS12“).
10.08.2017 07:20 – 07:37	Aktualisierung der Software des Transientenrekorders „gp4“ und Aktivierung der Ereignisdetektion für die Mikroseismiksonde „S-490-Z-07“ (alte Bezeichnung: „MS12“).
10.08.2017 08:49 – 12:09	Austausch des Transientenrekorders „gp5“, zunächst mit früheren Detektionsparametern des Transientenrekorders „gp4“ (wobei keine Beeinträchtigung der Überwachung entstanden ist, da hierdurch keine Detektionen entfallen sind).
11.08.2017 08:16	Detektionsparameter der Transientenrekorders „gp5“ auf die „gp5“-Parameter umgesetzt.
12.10.2017 05:24 – 21.02.2018 07:43	Aufgrund von Nachschnittarbeiten im Bereich der Kabelführung der Mikroseismiksonde „S-490-Z-06“ (alte Bezeichnung: „MS17“) wurde diese temporär außer Betrieb genommen.
16.10.2017 10:09 – 11:38	Temporärer Ausfall der Sonde „S-490-W-01“ (alte Bezeichnung: „18“) aufgrund eines Datenkabeldefekts.

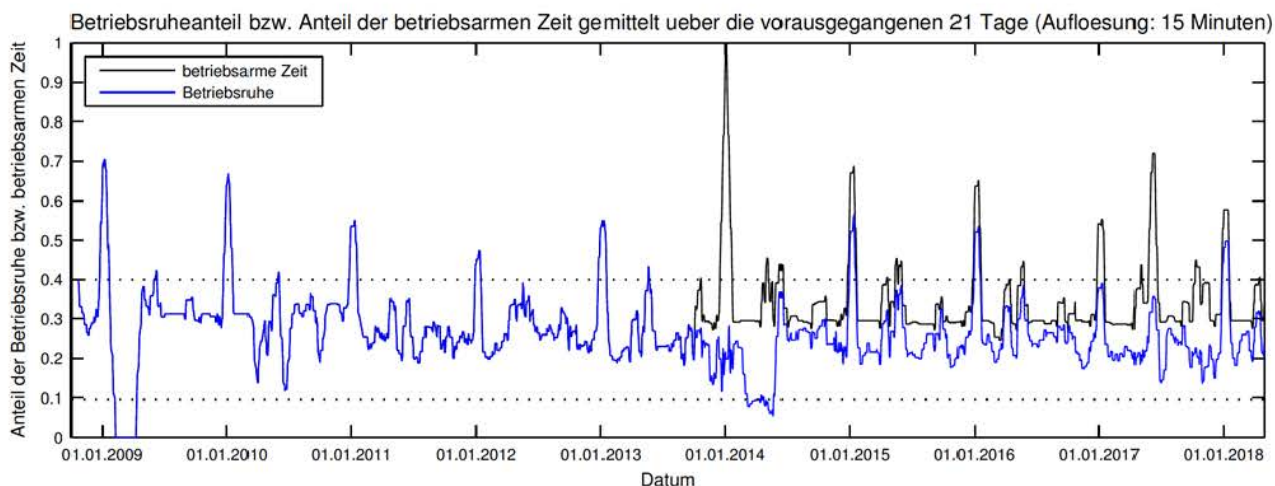
\* UTC+1h= MEZ; UTC+2h=MESZ. Aufgrund eines Fehlers der Zeitsynchronisation der Anlagenüberwachung können die Zeitangaben ab dem 10. August 2017 von den tatsächlichen Zeiten um einige Minuten abweichen.

Weitere kurzzeitige Ausfälle und Störungen bis einschließlich Oktober 2017 sind in den Messbulletins [39], [40] und [9] aufgelistet.

### Anhang 5.3: Monatliche Detektionen potentieller Ereignisse von 07/2007 bis 12/2017



**Anhang 5.4: Anteil der Zeit ohne bzw. mit nur geringen bergmännischen Aktivitäten**  
**Über drei Wochen gemittelter Anteil der betriebsarmen Zeit bzw. Zeit ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhe“) von 10/2008 bis 04/2018**



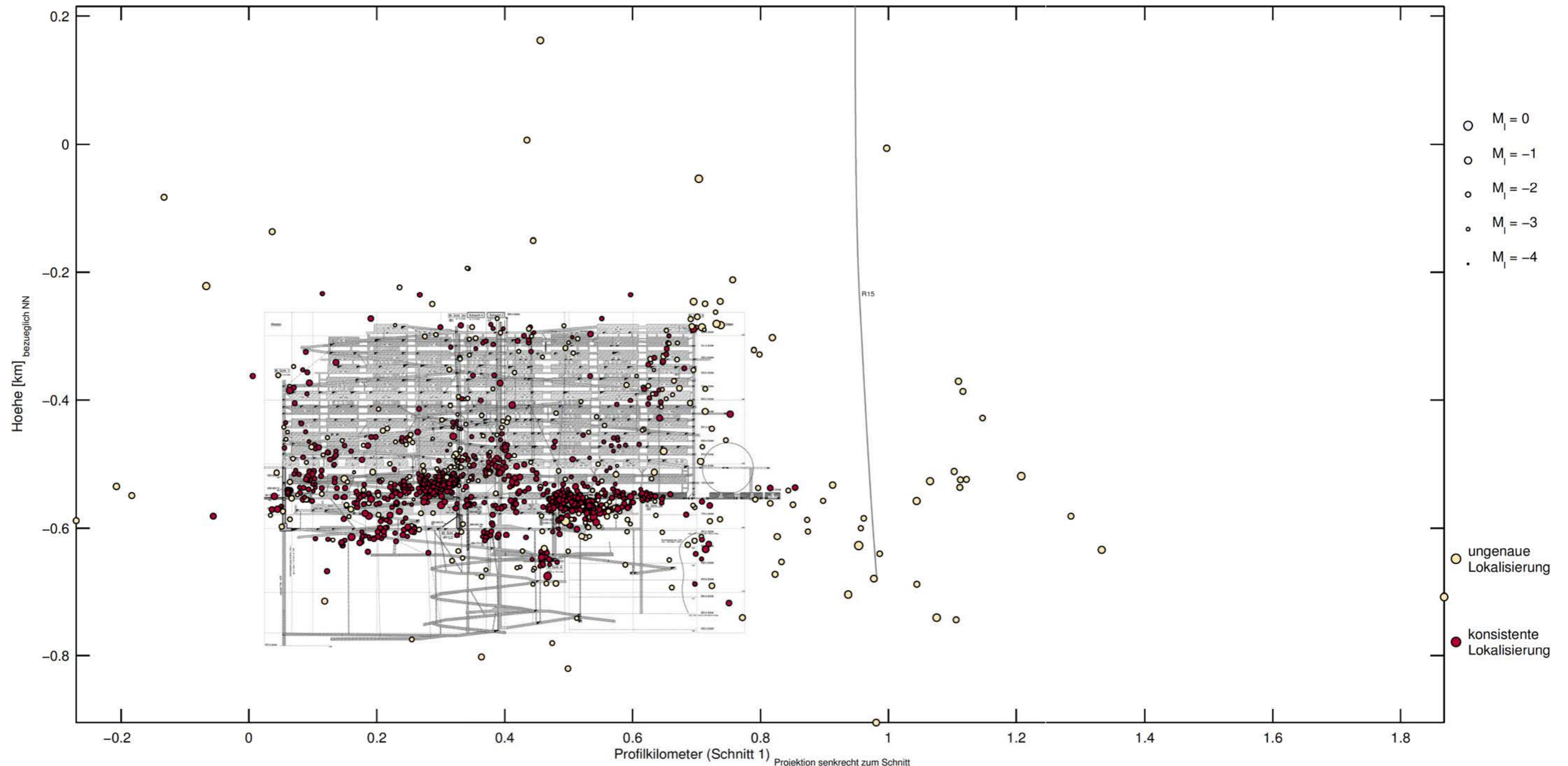
**Betriebsruheanteil bezogen auf die Berichtszeiträume (von Oktober des Vorjahres bis September des Berichtsjahres)**

Zeitraum	Gesamtdauer [Tage]	Betriebsruhephasen		Betriebsarme Zeit	
		Dauer [Tage]	Anteil [%]	Dauer [Tage]	Anteil [%]
01.10.2017 – 31.12.2017	92	23.23	25.25	37.96	41.26
01.10.2016 – 30.09.2017	366	87.14	23.87	126.01	34.52
01.10.2015 – 30.09.2016	366	96.73	26.43	118.90	32.49
01.10.2014 – 30.09.2015	365	96.38	26.40	122.94	33.68
01.10.2013 – 30.09.2014	365	73.71	20.19	130.98	35.88
01.10.2012 – 30.09.2013	365	96.22	26.36	— nicht ermittelt —	
01.10.2011 – 30.09.2012	366	102.58	28.03	— nicht ermittelt —	
01.10.2010 – 30.09.2011	365	106.41	29.15	— nicht ermittelt —	
01.10.2009 – 30.09.2010	365	112.31	30.77	— nicht ermittelt —	
01.10.2008 – 30.09.2009	365	102.65	28.12	— nicht ermittelt —	
01.10.2008 – 31.12.2017	3379	897.34	26.56	— nicht ermittelt —	

**Anhang 5.5: Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017 (Schnitte 1 und 2, sowie Draufsicht) — Konsistenz der Lokalisierungsergebnisse**

**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2017 (Automatik) auf Schnitt 1**

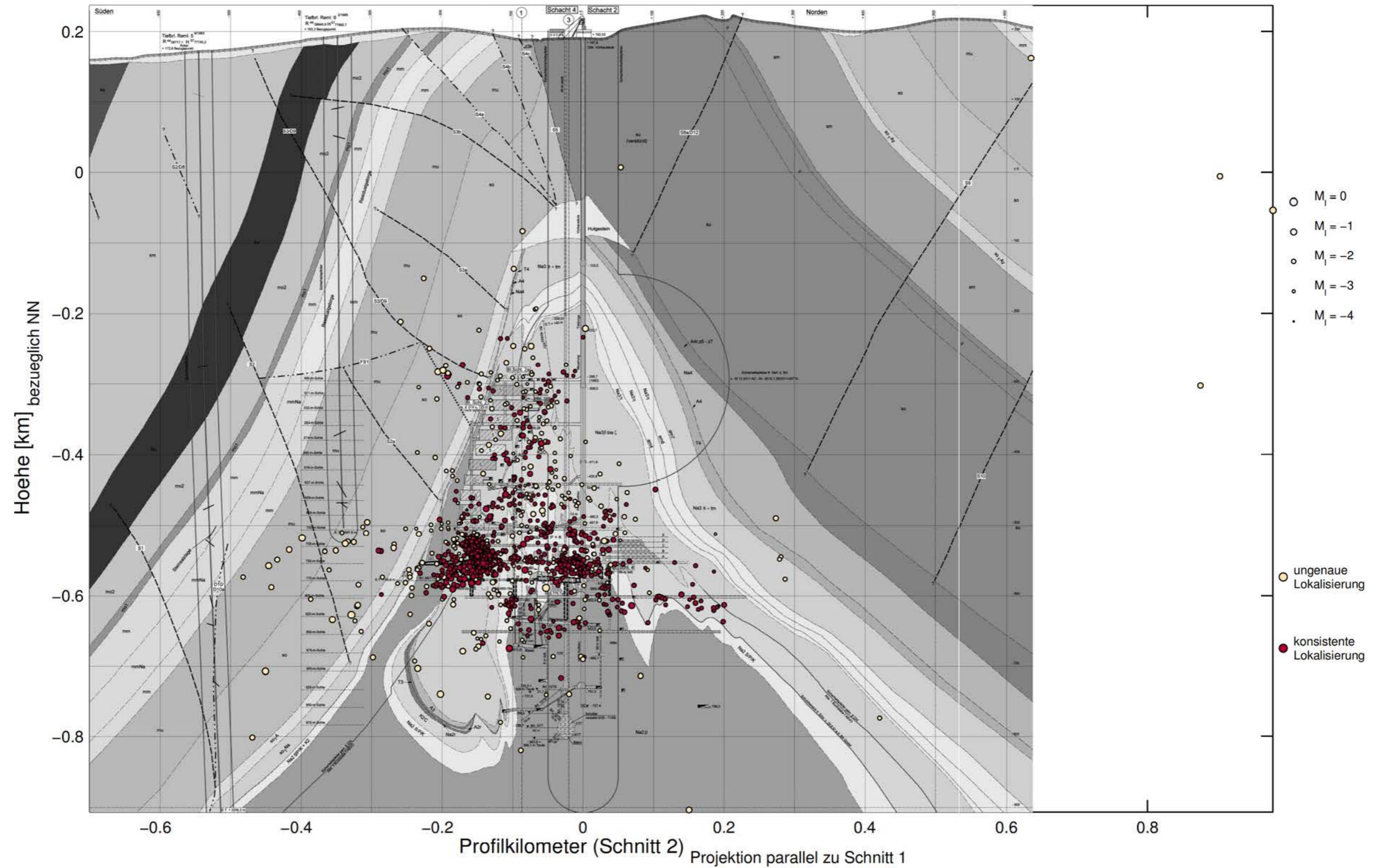
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018



„ungenaue Lokalisierung“  $\approx$  Lokalisierung mit aus Abweichung zwischen theoretischen und automatisch bestimmten Einsatzzeiten abgeschätzter Ungenauigkeit von mehr als 60 m.  
 Eine entsprechende Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farbkodierten Ereignismonaten ist in Anhang 5.8 auf Blatt 287 zu finden.

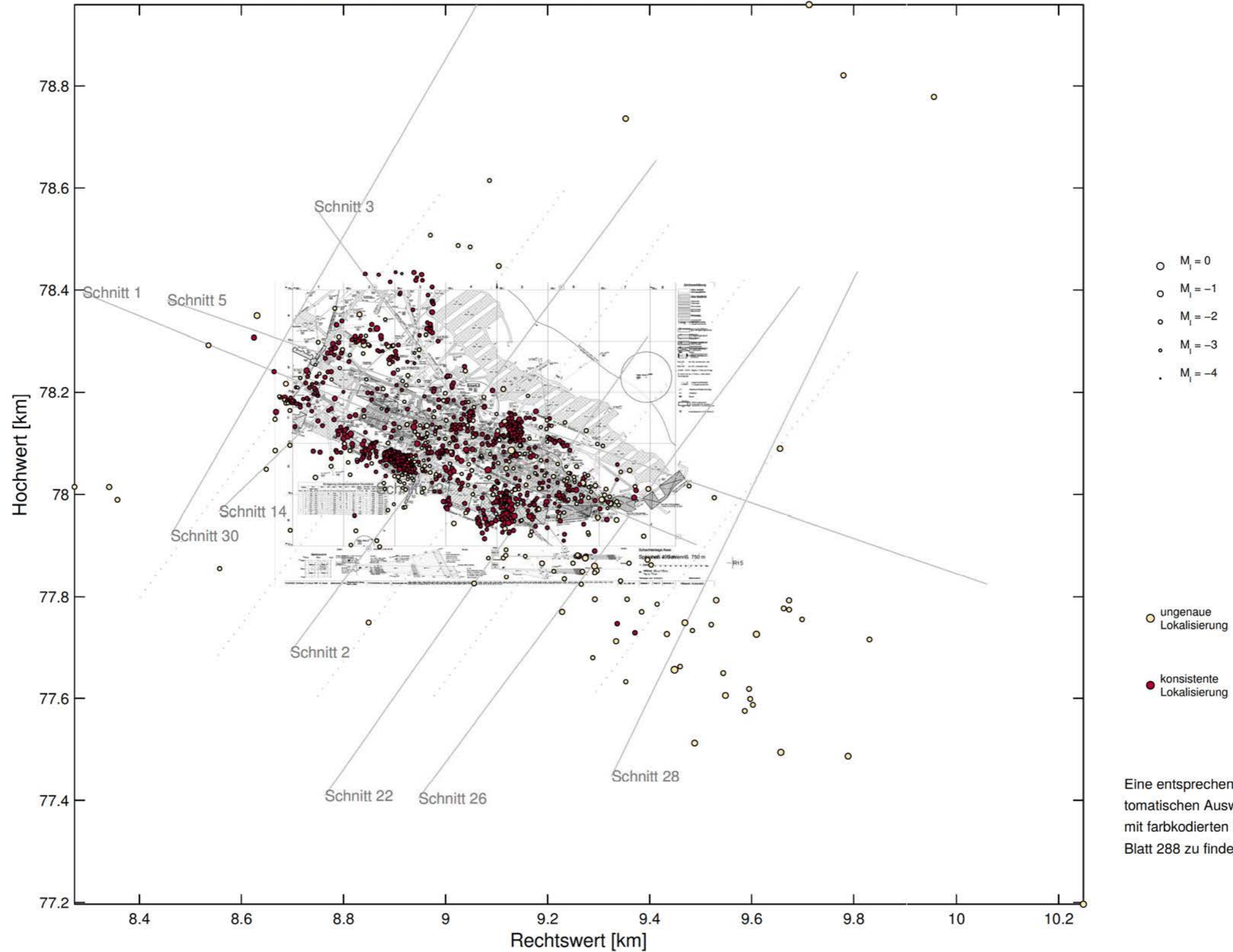
**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2017 (Automatik) auf Schnitt 2**

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018



### Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2017 (Automatik)

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018

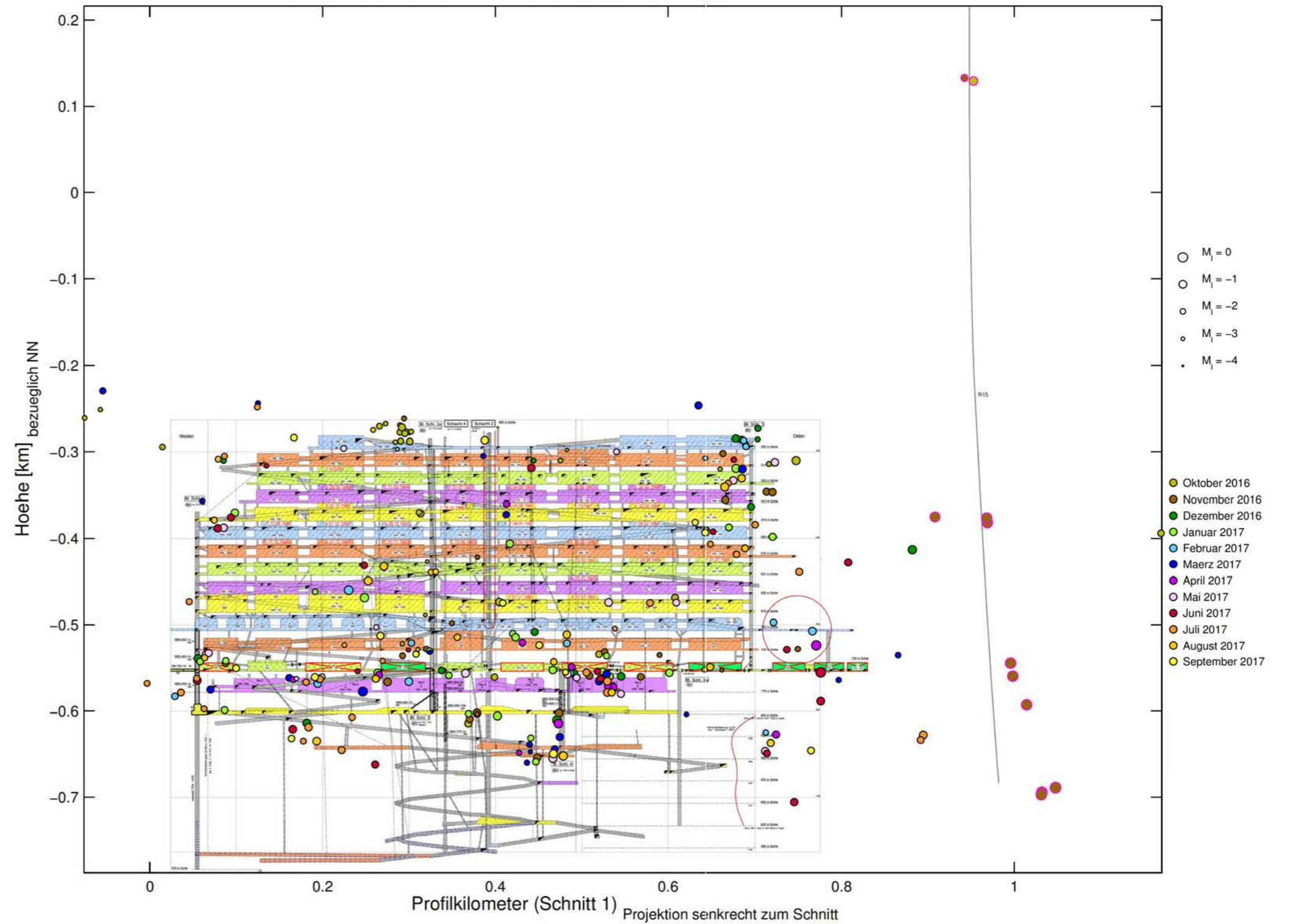


Eine entsprechende Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farbkodierten Ereignismonaten ist in Anhang 5.8 auf Blatt 288 zu finden.

**Anhang 5.6: Ausgewählte, manuell ausgewertete mikroseismische Ereignisse von 10/2016 bis 09/2017 (Schnitt 1, Draufsicht und Schnitt 2)**

**Projektion manuell lokalisierter Ereignisse des Berichtszeitraums 2017 auf Schnitt 1**

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 259 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018

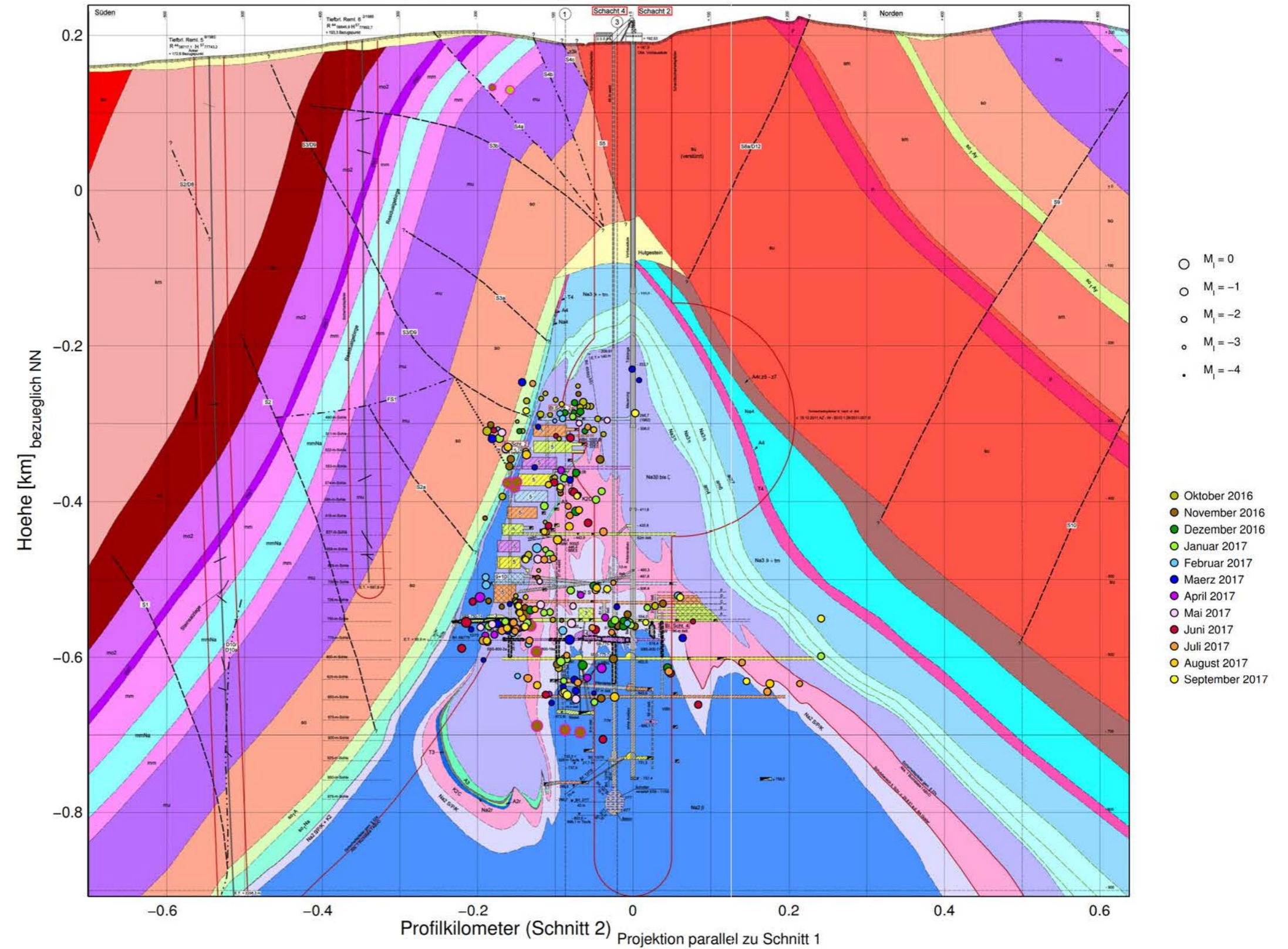


Die Ereignisse im Oktober 2016 und November 2016, bei denen das äußere der Kreise violett gezeichnet ist, sind keine gebirgsmechanischen Ereignisse, sondern Sprengungen in bzw. bei der Bohrung Remlingen 15. Abweichungen von den Sprengpositionen spiegeln die Lokalisierungsungenauigkeit wider.



**Projektion manuell lokalisierter Ereignisse des Berichtszeitraums 2017 auf Schnitt 2**

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 259 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



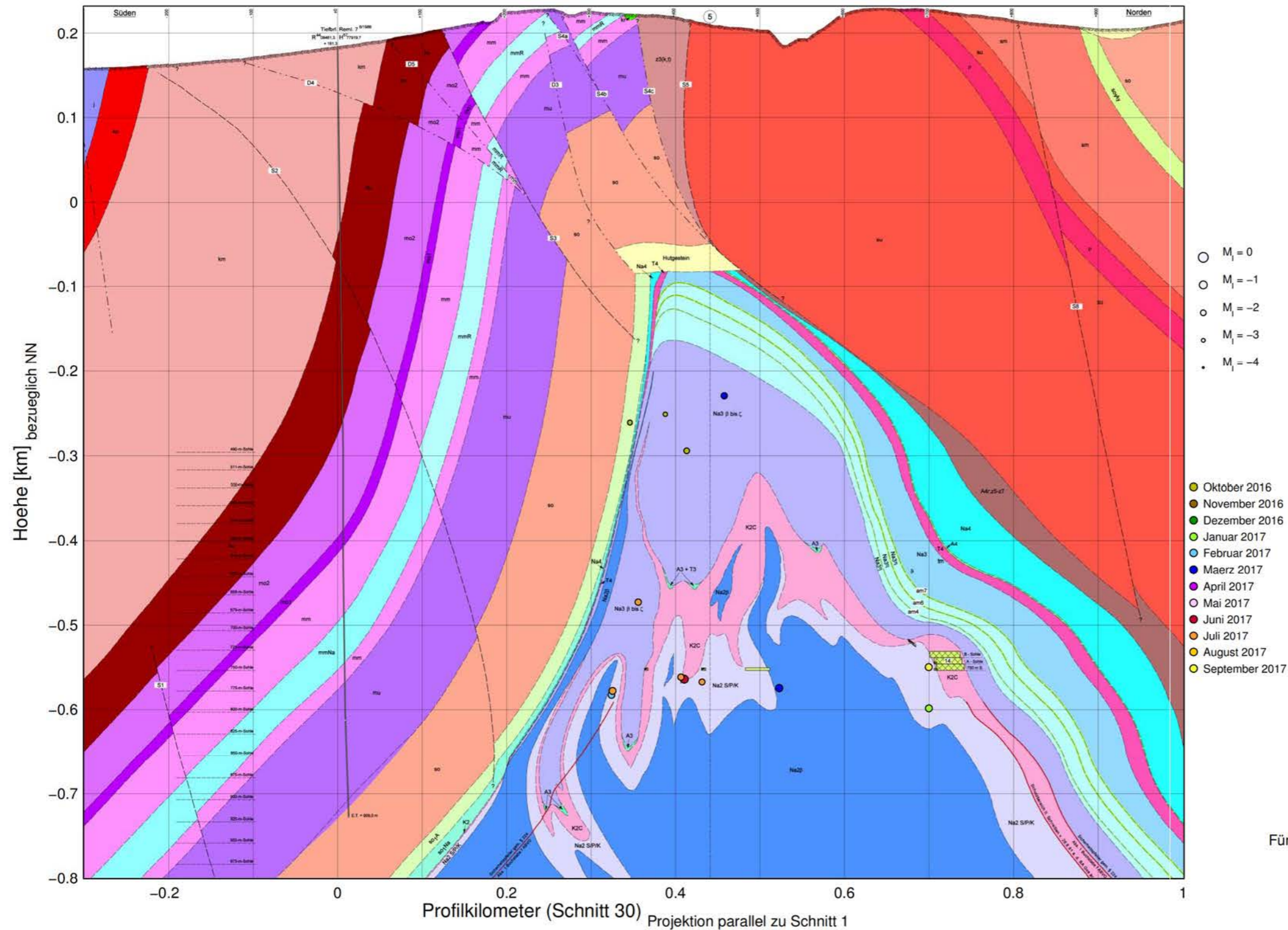
Die Ereignisse im Oktober 2016 und November 2016, bei denen das äußere der Kreise violett gezeichnet ist, sind keine gebirgsmechanischen Ereignisse, sondern Sprengungen in bzw. bei der Bohrung Remlingen 15. Abweichungen von den Sprengpositionen spiegeln die Lokalisierungsungenauigkeit wider.



**Anhang 5.7: Ausgewählte, manuell ausgewertete mikroseismische Ereignisse von 10/2016 bis 10/2017 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28**

**Manuell ausgewertete Ereignisse am westlichen Baufeldrand und westlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 30 (westlicher Baufeldrand)**

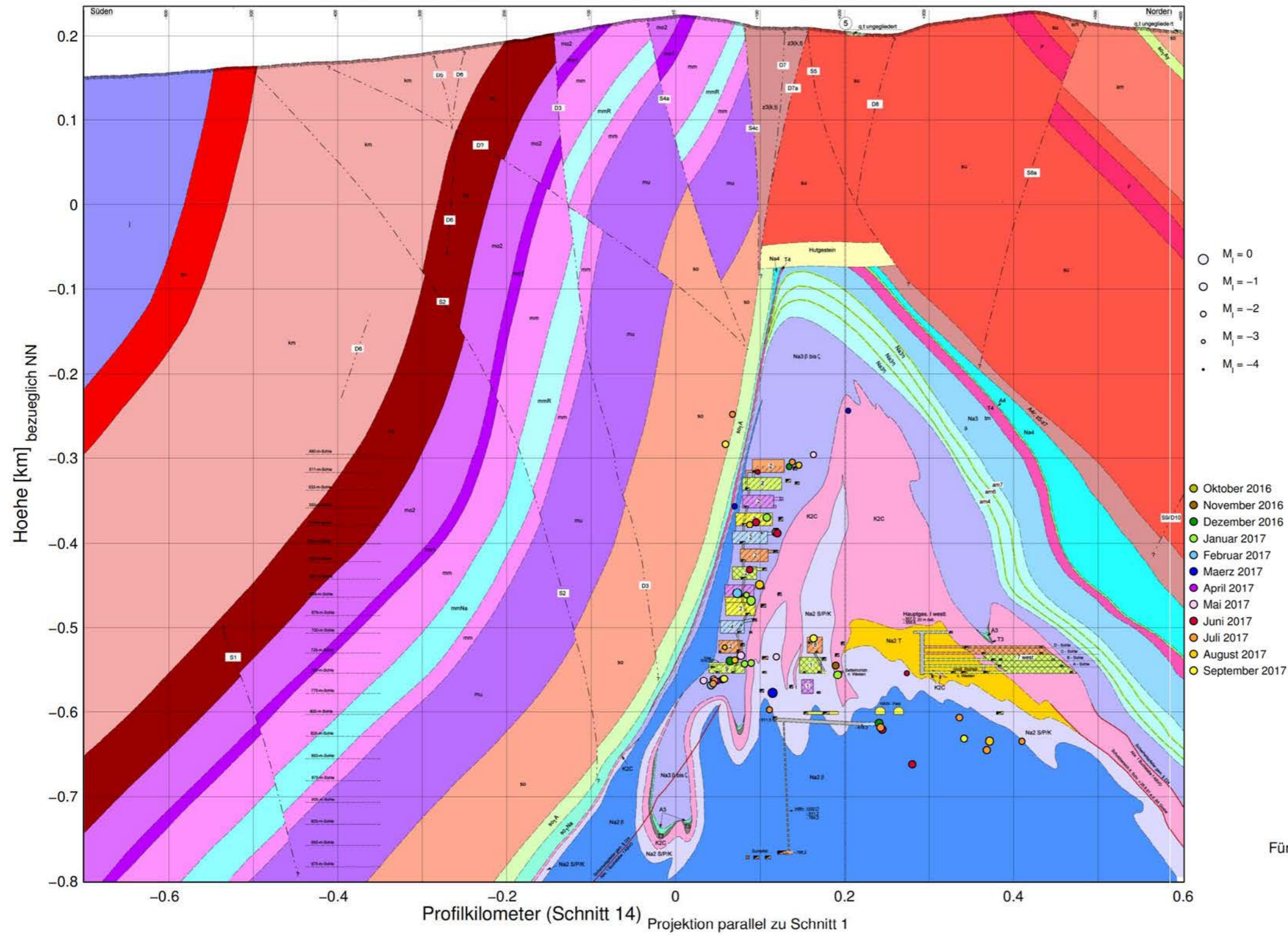
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 30: 13 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Manuell ausgewertete Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 1 bis 3 projiziert auf Schnitt 14 durch Abbaureihe 2**

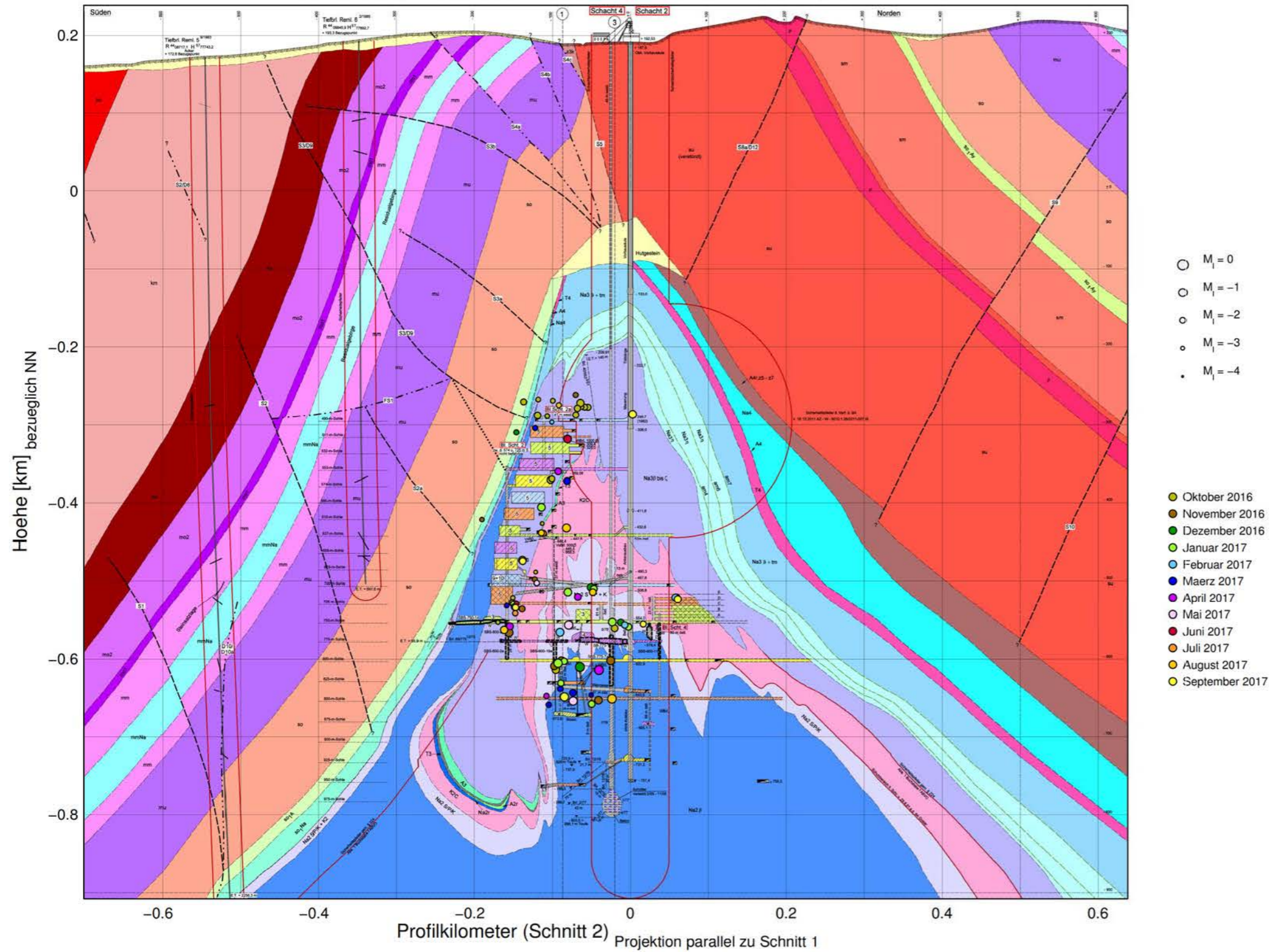
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 14: 50 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Manuell ausgewertete Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 4 bis 6 projiziert auf Schnitt 2 durch Abbaureihe 5**

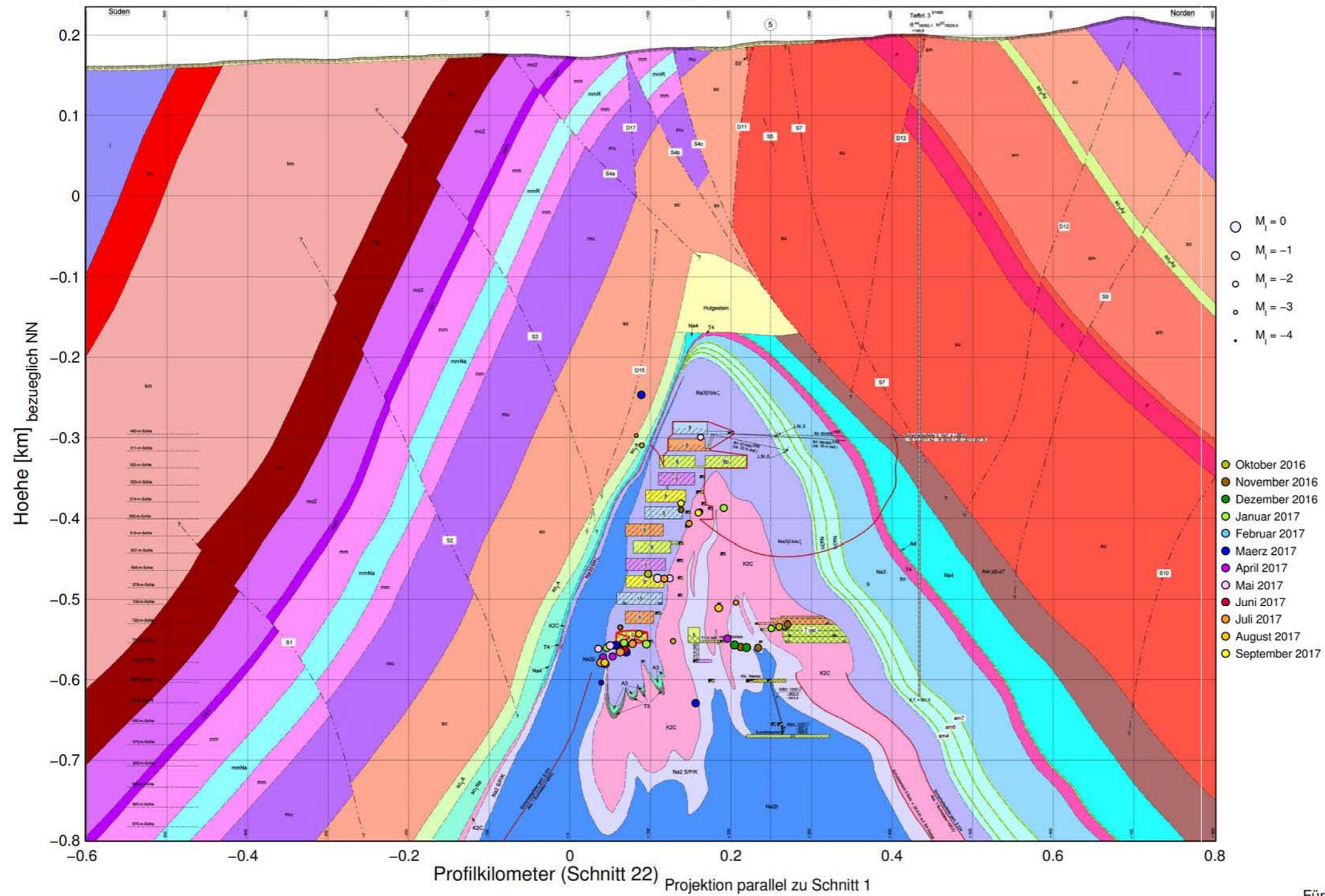
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 2: 85 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Manuell ausgewertete Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 7 bis 9 projiziert auf Schnitt 22 durch Abbaureihe 8**

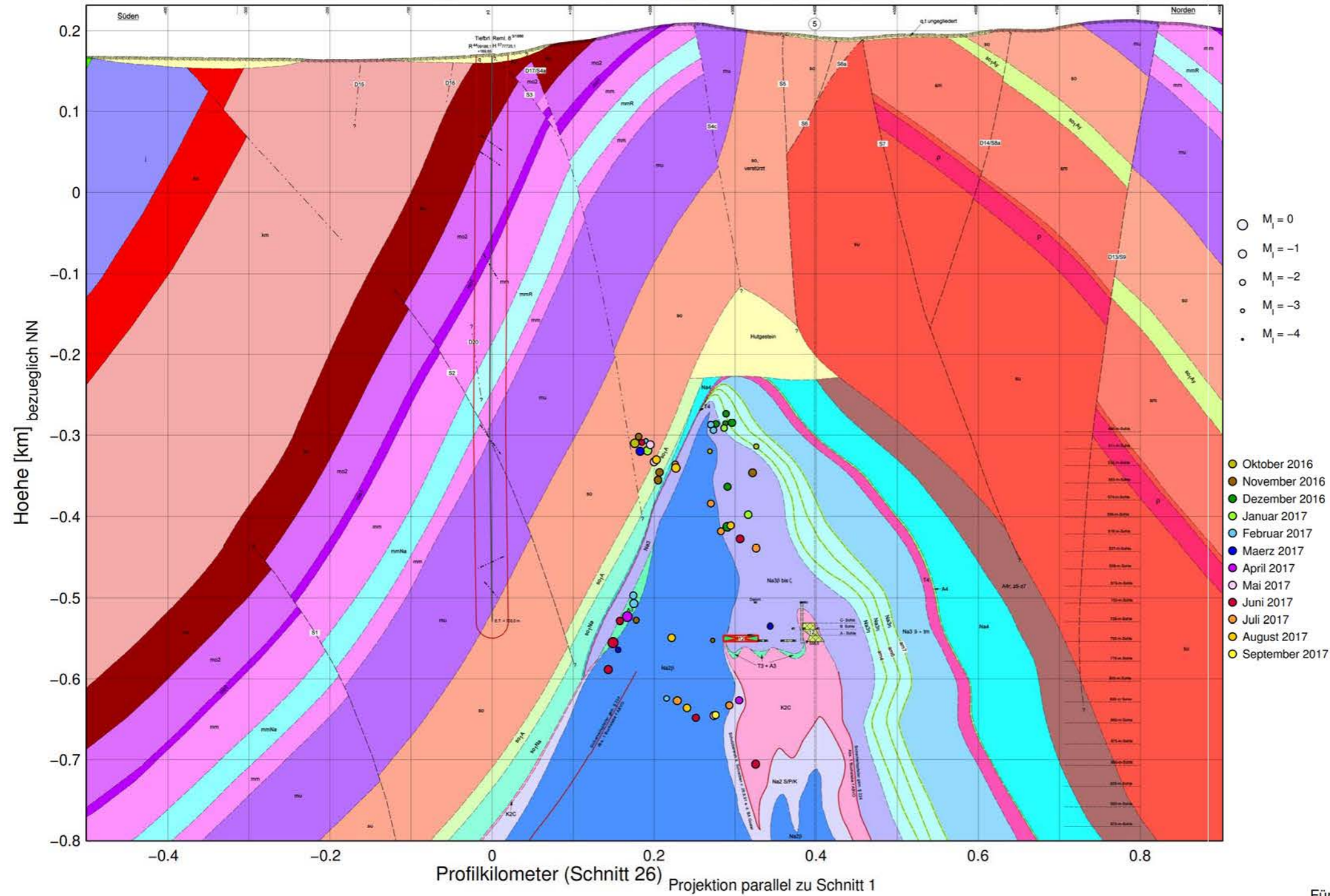
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 22: 48 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Manuell ausgewertete Ereignisse am östlichen Baufeldrand projiziert auf Schnitt 26 (östlicher Baufeldrand)**

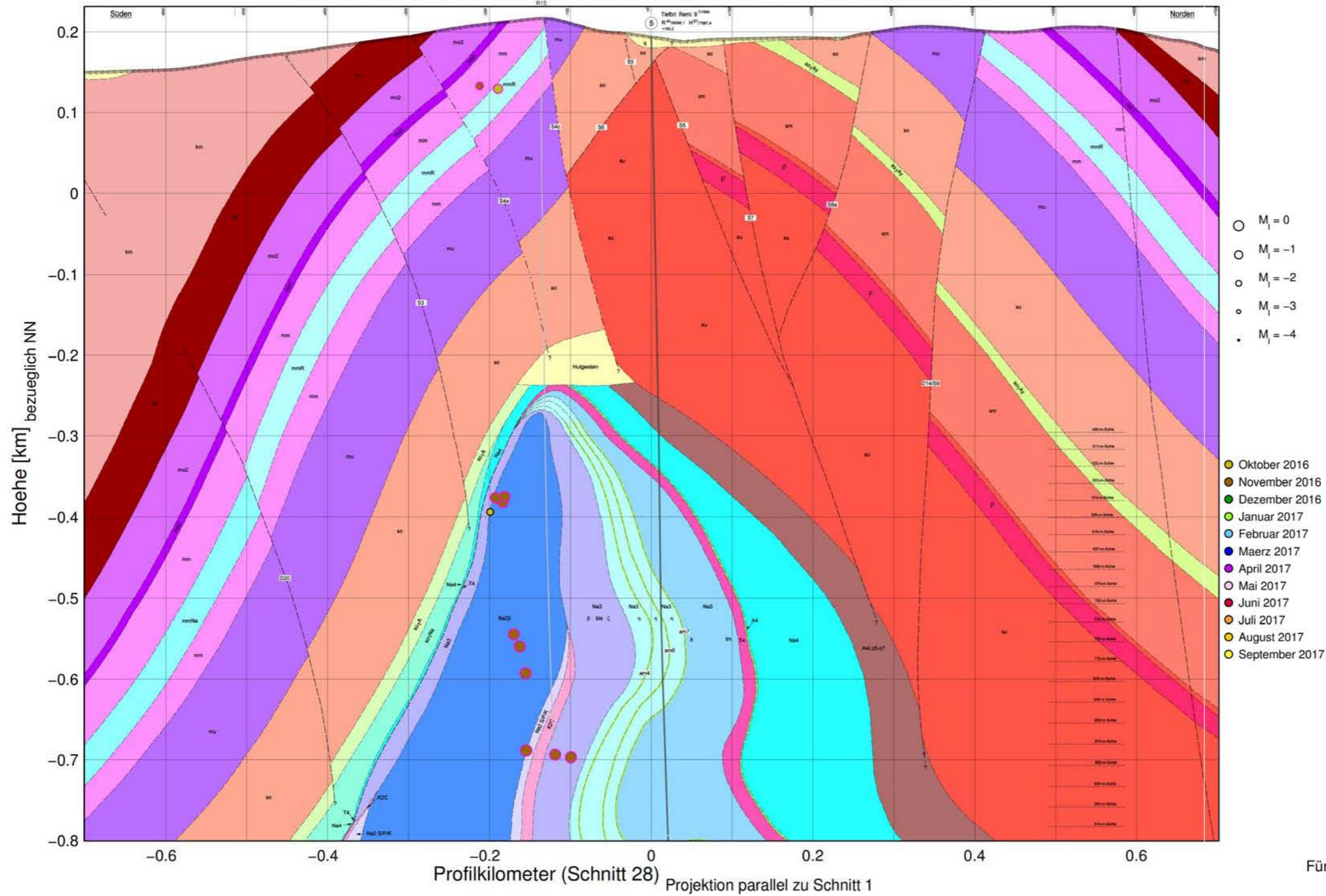
Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 26: 51 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Manuell ausgewertete Ereignisse weit östlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 28 (östlich des Grubengebäudes)**

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 28: 12 Ereignisse  
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



Für die Zuordnung des Gebiets zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

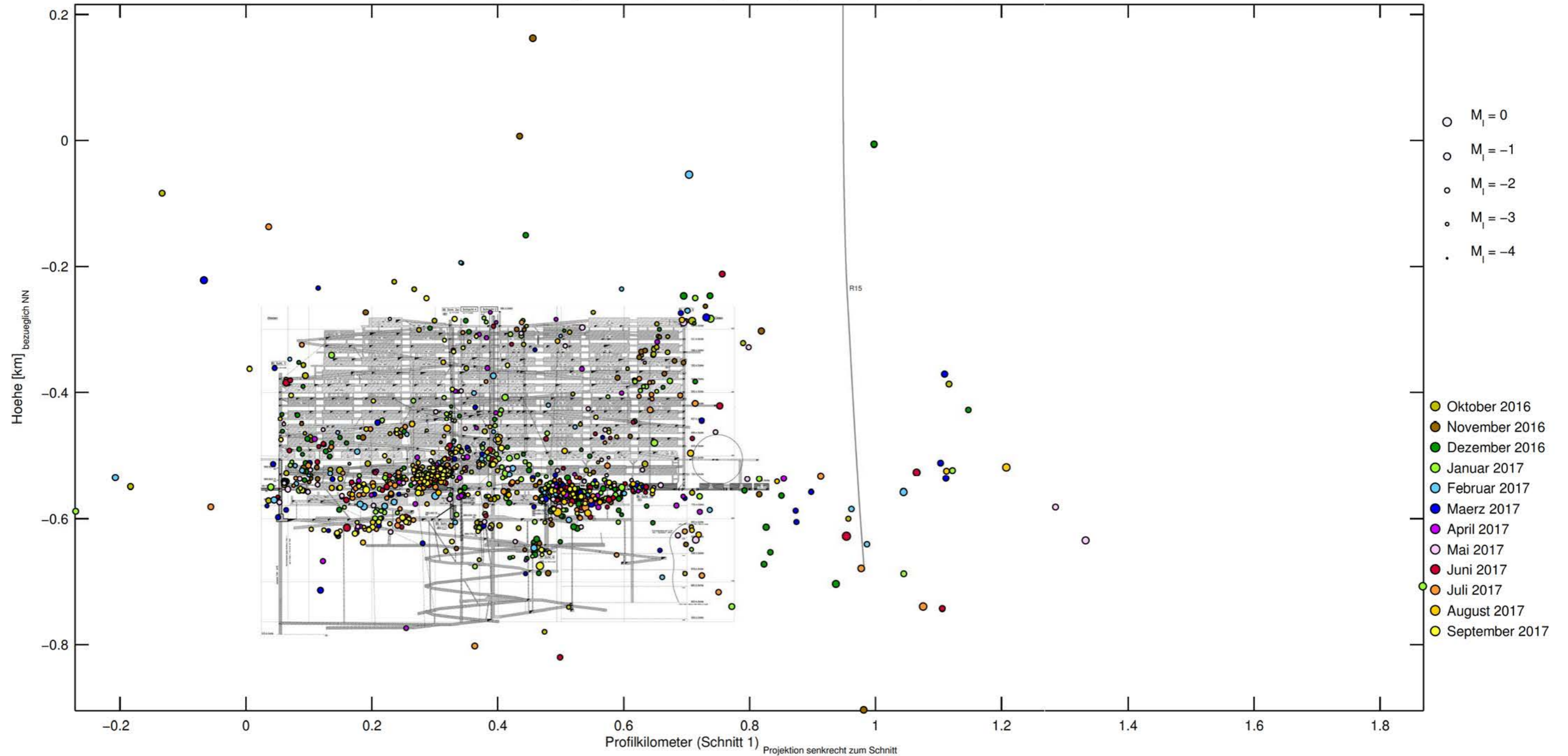
Die Ereignisse im Oktober 2016 und November 2016, bei denen das äußere der Kreise violett gezeichnet ist, sind keine gebirgsmechanischen Ereignisse, sondern Sprengungen in bzw. bei der Bohrung Remlingen 15. Abweichungen von den Sprengpositionen spiegeln die Lokalisierungsungenauigkeit wider.



**Anhang 5.8: Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017  
(Schnitt 1 und Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude)**

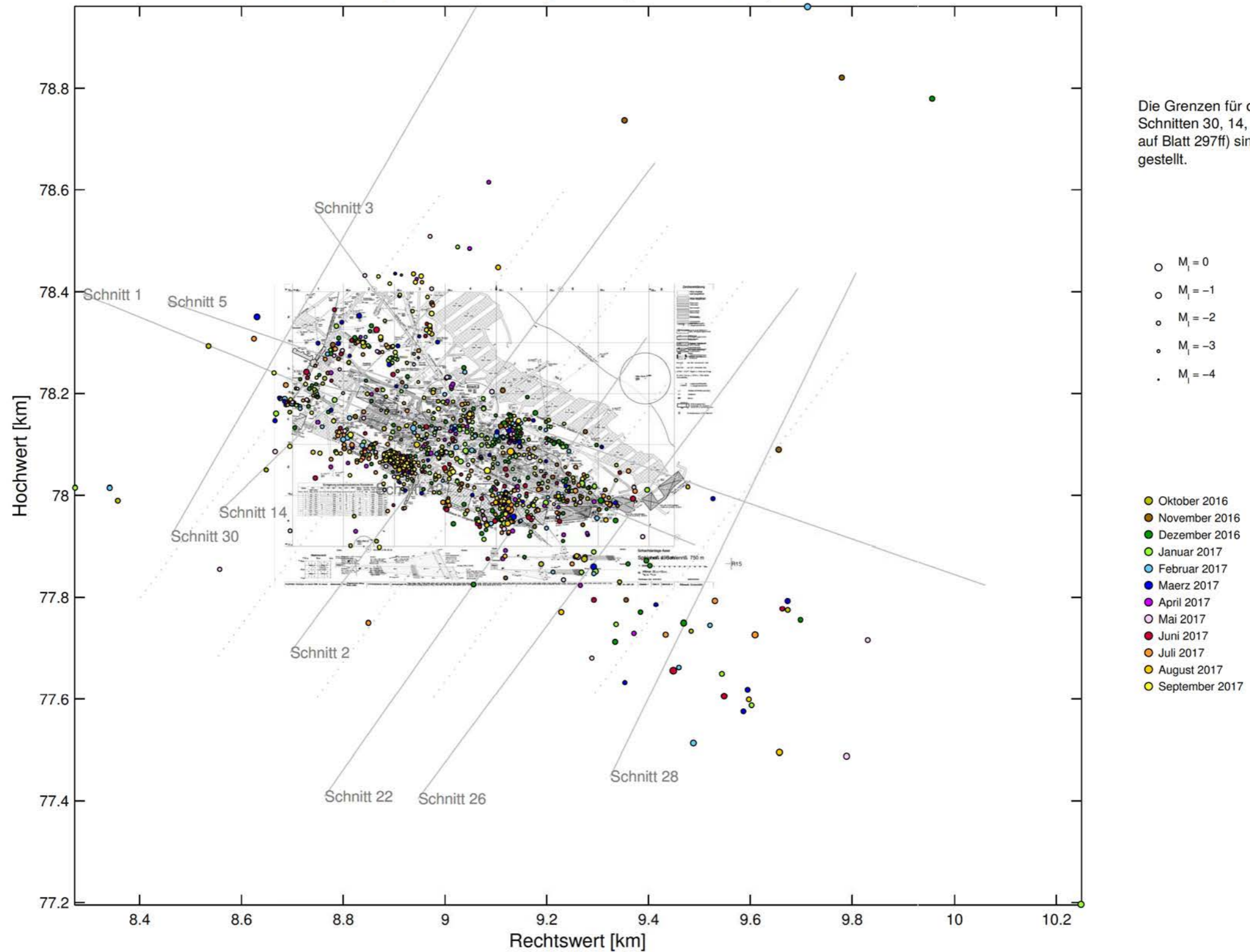
**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2017  
(Automatik) auf Schnitt 1**


Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018



### Laterale Verteilung der Ereignisse des Berichtszeitraums 2017 (Automatik)

Mikroseismizität vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 289								
 <b>BGE</b> BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG								

**Ereignisanzahlen nach Sohlen und Magnituden im Berichtszeitraum 2017 (Betriebsruhe, Automatik)**

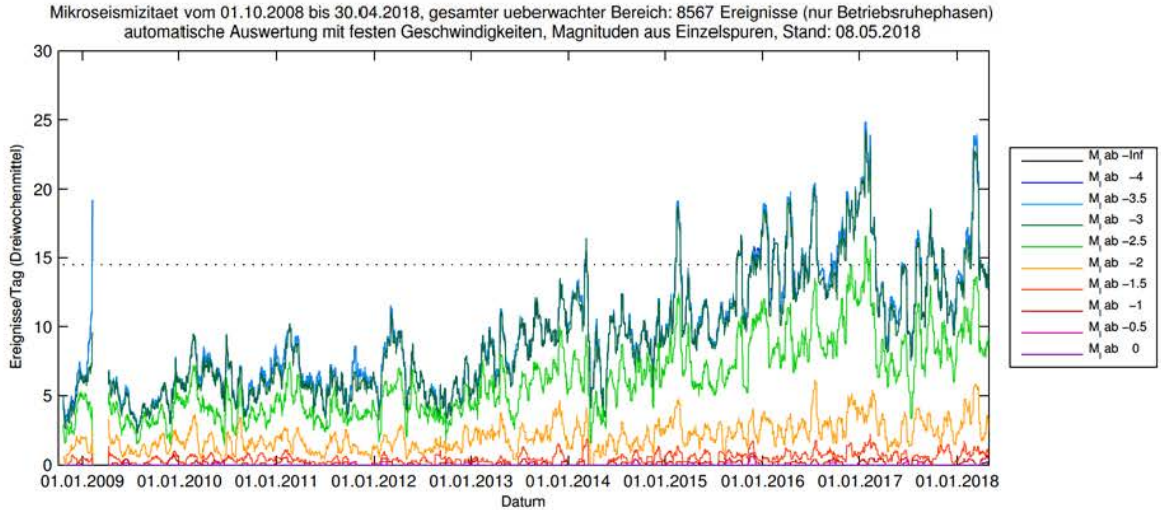
**Mikroseismizitaet vom 01.10.2016 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 1308 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)**  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 02.02.2018

Sohle	$M_l < -4$	$-4 \leq M_l < -3$	$-3 \leq M_l < -2$	$-2 \leq M_l < -1$	$-1 \leq M_l < 0$	$0 \leq M_l$	$M_l$ beliebig	min ( $M_l$ )	max ( $M_l$ )
<490	0	0	11	13	3	0	27	-2.7	-0.6
490	0	3	18	4	2	0	27	-3.2	-0.9
511	0	0	19	1	0	0	20	-2.9	-2.0
532	0	0	14	3	0	0	17	-2.6	-1.6
553	0	1	12	1	0	0	14	-3.0	-2.0
574	0	0	10	7	0	0	17	-2.6	-1.2
595	0	1	17	2	0	0	20	-3.0	-1.3
616	0	1	8	4	0	0	13	-3.0	-1.4
637	0	3	20	2	0	0	25	-3.3	-1.7
658	0	1	38	2	0	0	41	-3.0	-1.0
679	0	3	34	8	0	0	45	-3.3	-1.1
700	0	9	55	16	0	0	80	-3.4	-1.2
725	0	4	351	39	2	0	396	-3.0	-0.7
750	0	2	251	63	2	0	318	-3.3	-1.0
775	0	0	53	43	2	0	98	-2.8	-0.3
800	0	0	54	17	1	0	72	-2.9	-1.0
825	0	0	17	11	2	0	30	-2.7	-0.2
850	0	1	20	3	0	0	24	-3.1	-1.4
875	0	0	4	5	1	0	10	-2.7	-0.8
900	0	0	1	2	2	0	5	-2.2	-0.7
925	0	0	1	1	1	0	3	-2.4	-0.7
950	0	0	0	1	0	0	1	-1.6	-1.6
975	0	0	2	3	0	0	5	-2.2	-1.2
gesamt	0	29	1010	251	18	0	1308	-3.4	-0.2

Die tabellierten Ereignisanzahlen wurden nicht hochgerechnet. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa 4,2-mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 274).

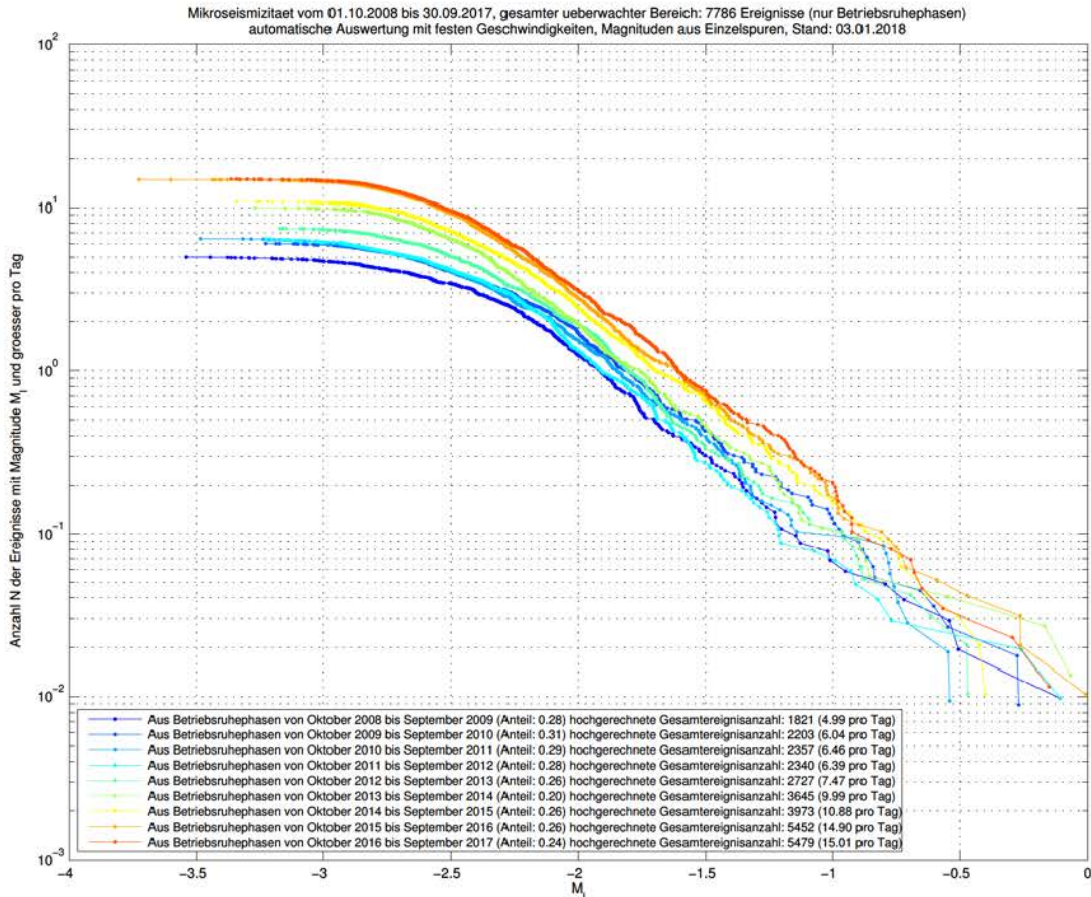
## Anhang 5.9: Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität im gesamten überwachten Bereich (Automatik)


### Ereignisrate in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018 aufgeschlüsselt nach Magnituden



Die gepunktete, schwarze, horizontale Linie wurde analog zum Meldekriterium bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate im Rahmen der Überwachung der FSV (vgl. [39]) berechnet.

### Magnituden-Häufigkeits-Verteilung von 10/2008 bis 09/2017

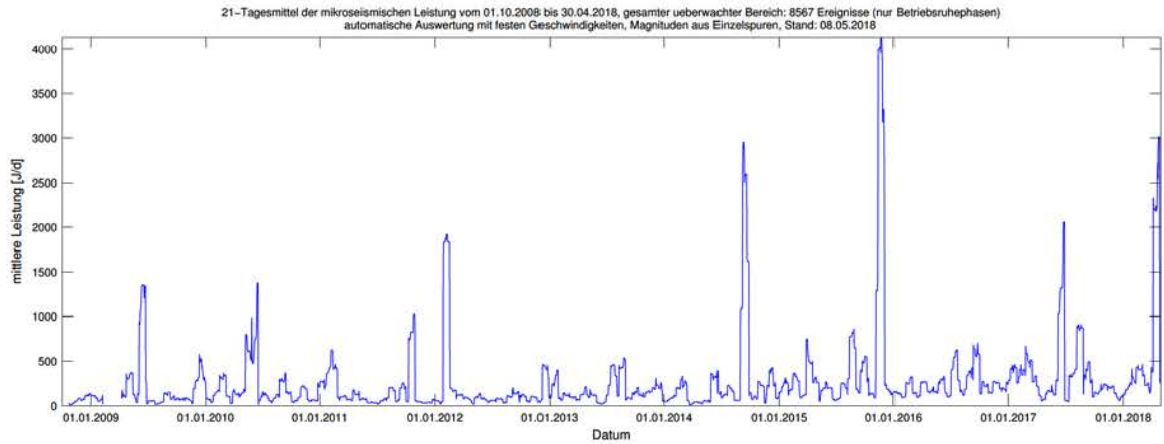


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

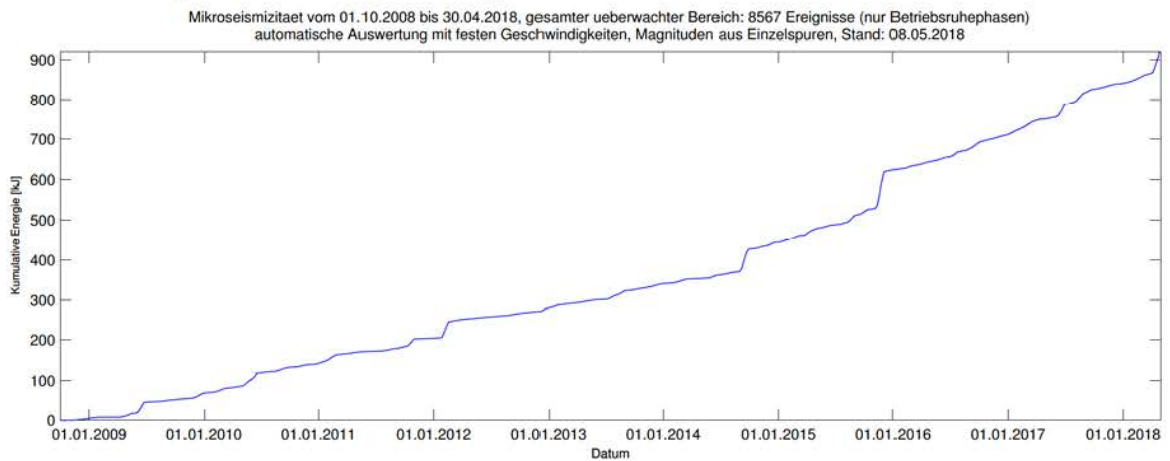
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 291

### Seismische Leistung in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

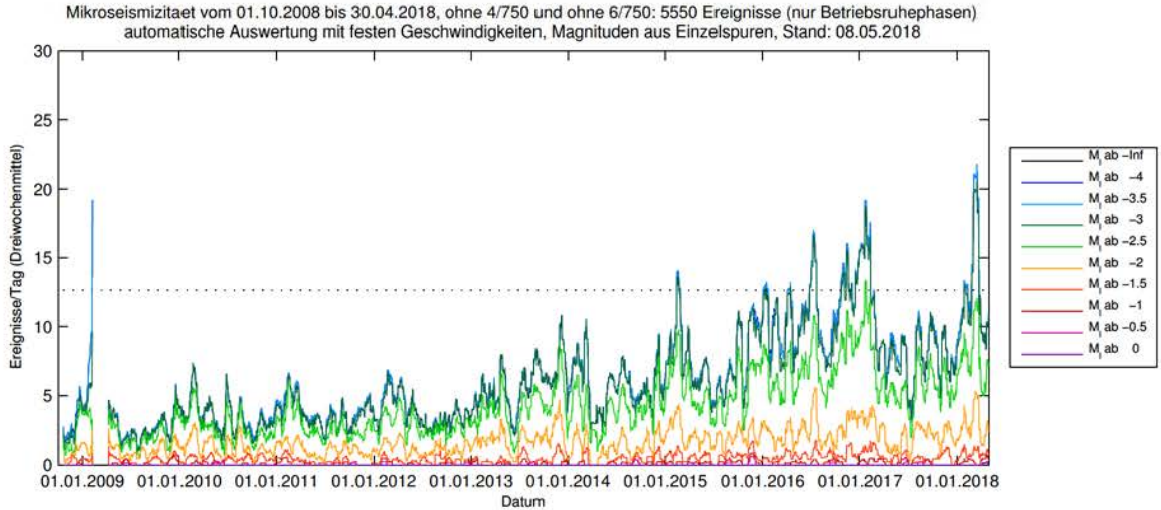


### Kumulative Energie in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



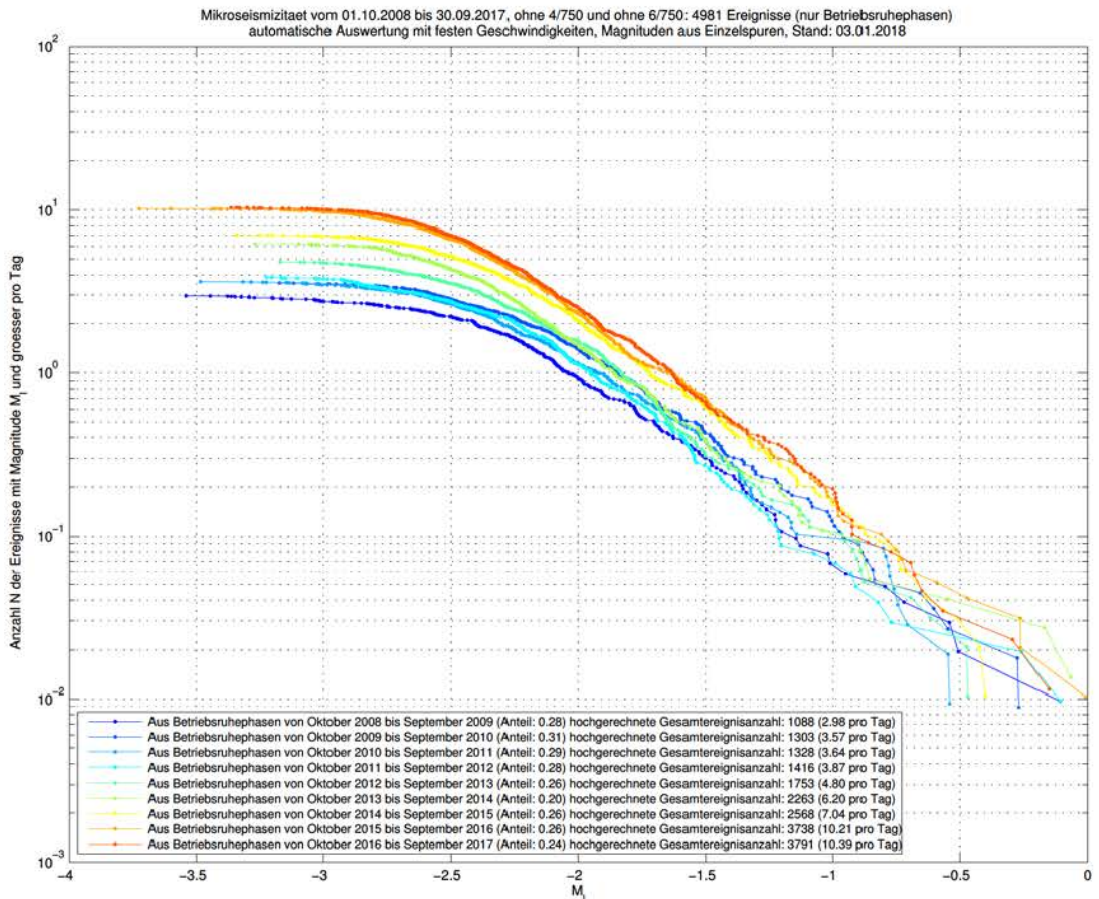
## Anhang 5.10: Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität ohne die Cluster bei ELK 4/750 und ELK 6/750 (Automatik)


### Ereignisrate in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018 aufgeschlüsselt nach Magnituden



Die gepunktete, schwarze, horizontale Linie ist die Meldeschwelle bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate im Rahmen der Überwachung der FSV (vgl. [39]) berechnet.

### Magnituden-Häufigkeits-Verteilung von 10/2008 bis 09/2017

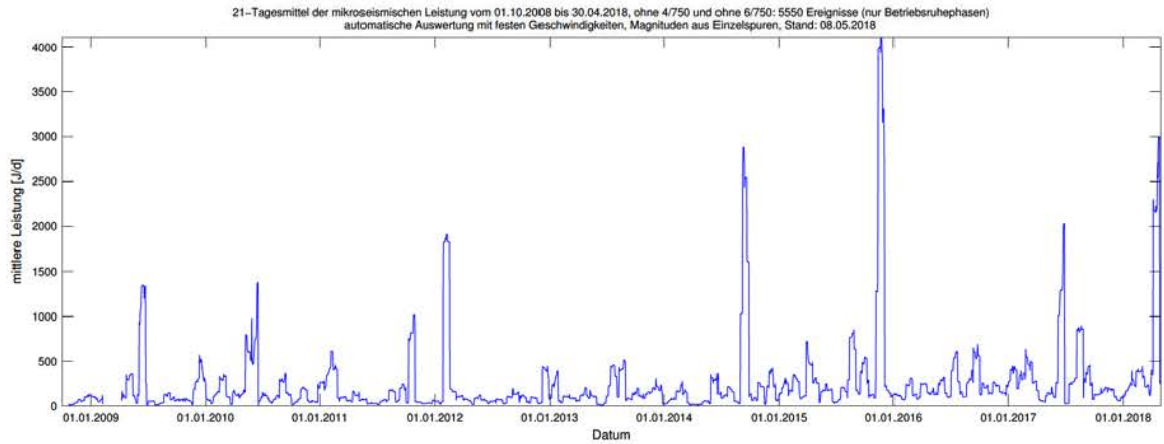


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

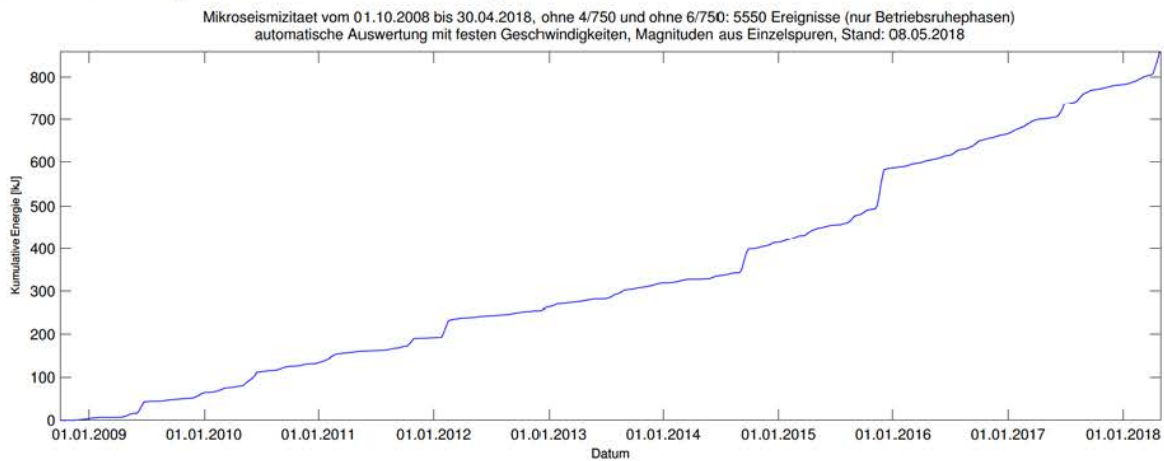
  

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 293
-------------------------------------------------	------------

### Seismische Leistung in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



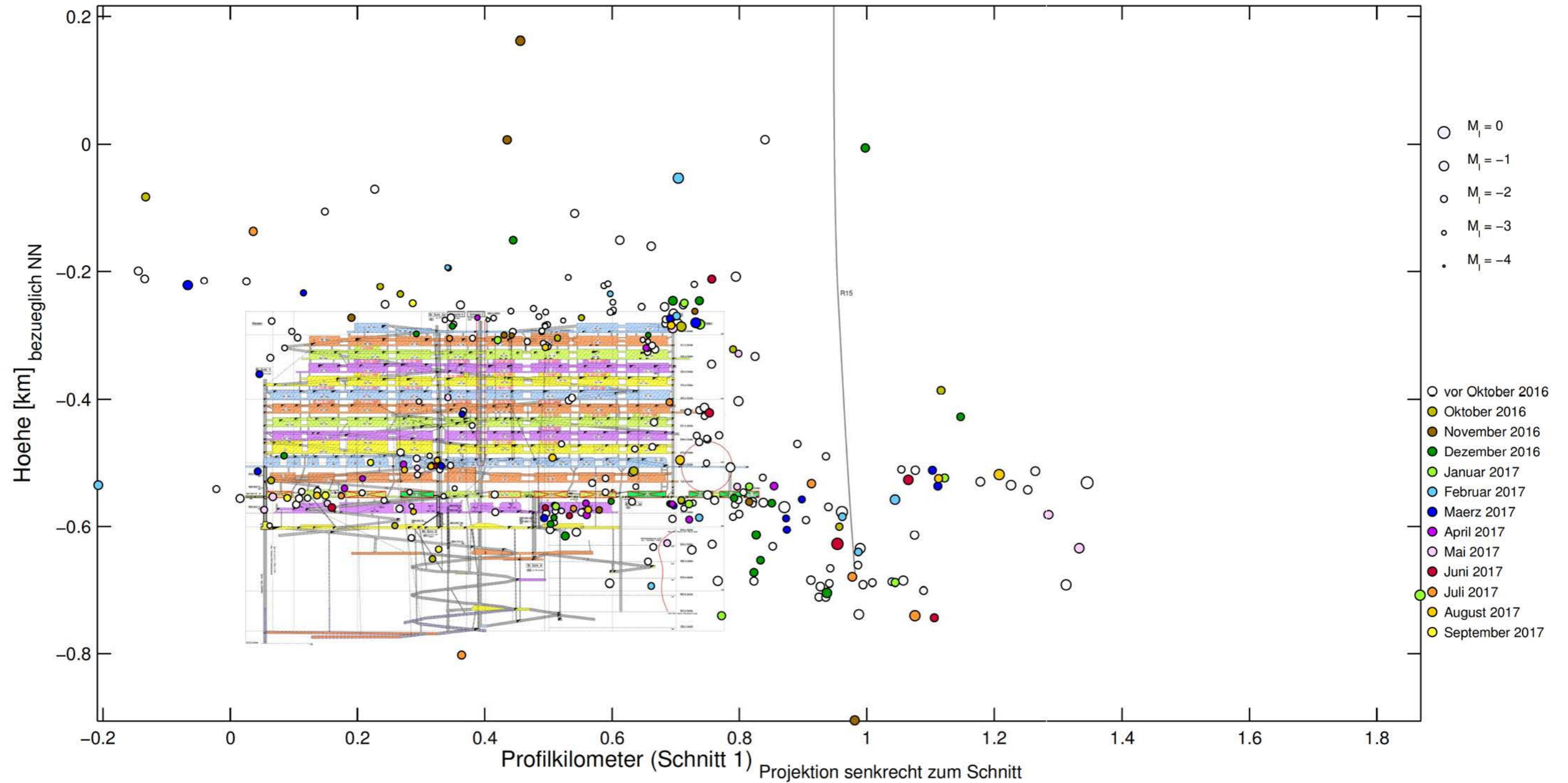
### Kumulative Energie in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



**Anhang 5.11: Mikroseismische Ereignisse aufgeteilt nach Deckgebirge, den Abbauen an der Südflanke und übrigen Ereignissen (Schnitt 1)**

**Projektion der Ereignisse im Deckgebirge und oberhalb der Grube, sowie unterhalb der 574-m-Sohle in der Salzbarriere südöstlich des Grubengebäudes, in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 auf Schnitt 1**

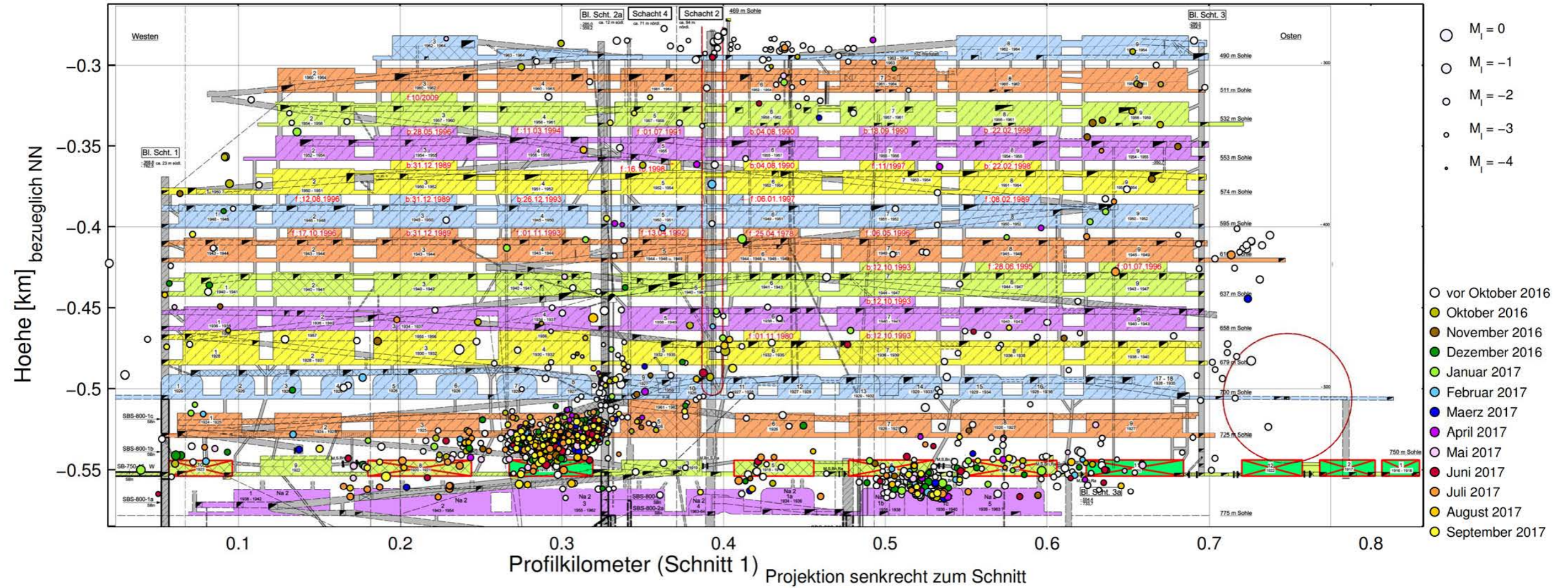
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, oberes und südliches Deckgebirge: 321 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018





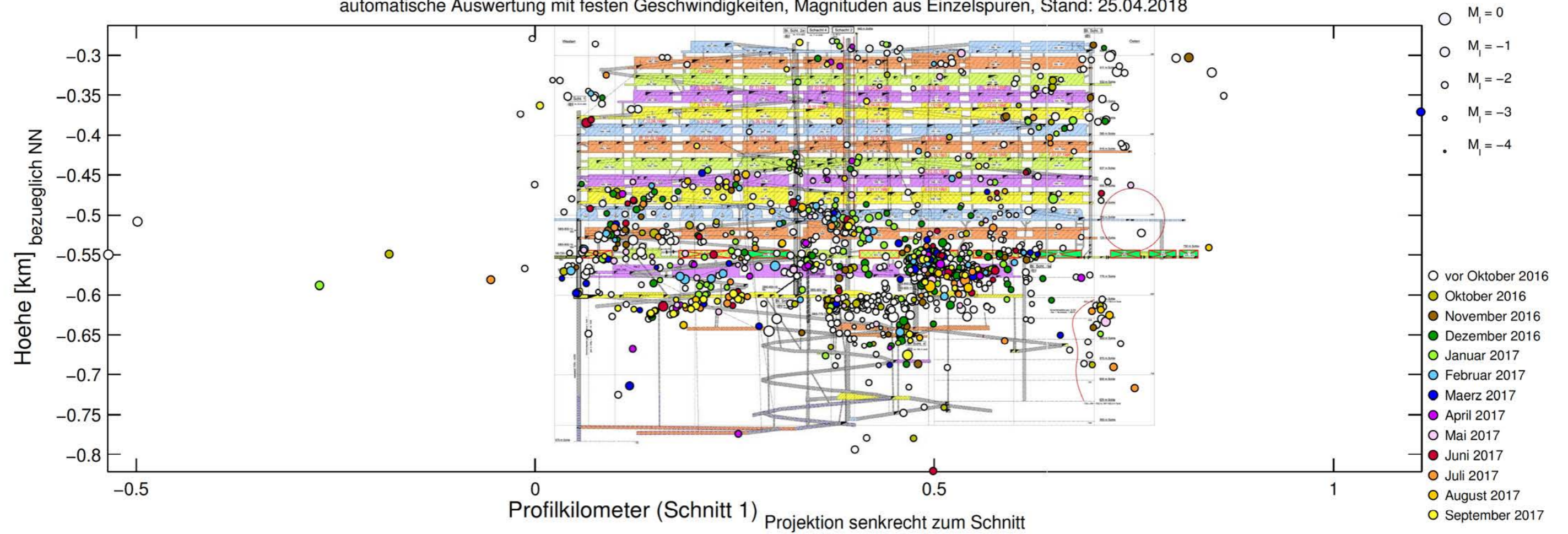
**Projektion der Ereignisse im Bereich der Abbaue an der Südflanke in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 auf Schnitt 1**

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Abbaue der Suedflanke: 1286 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



**Projektion der Ereignisse ohne die in Anhang 5.11 auf den Blättern 294 und 295 dargestellten Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 auf Schnitt 1**

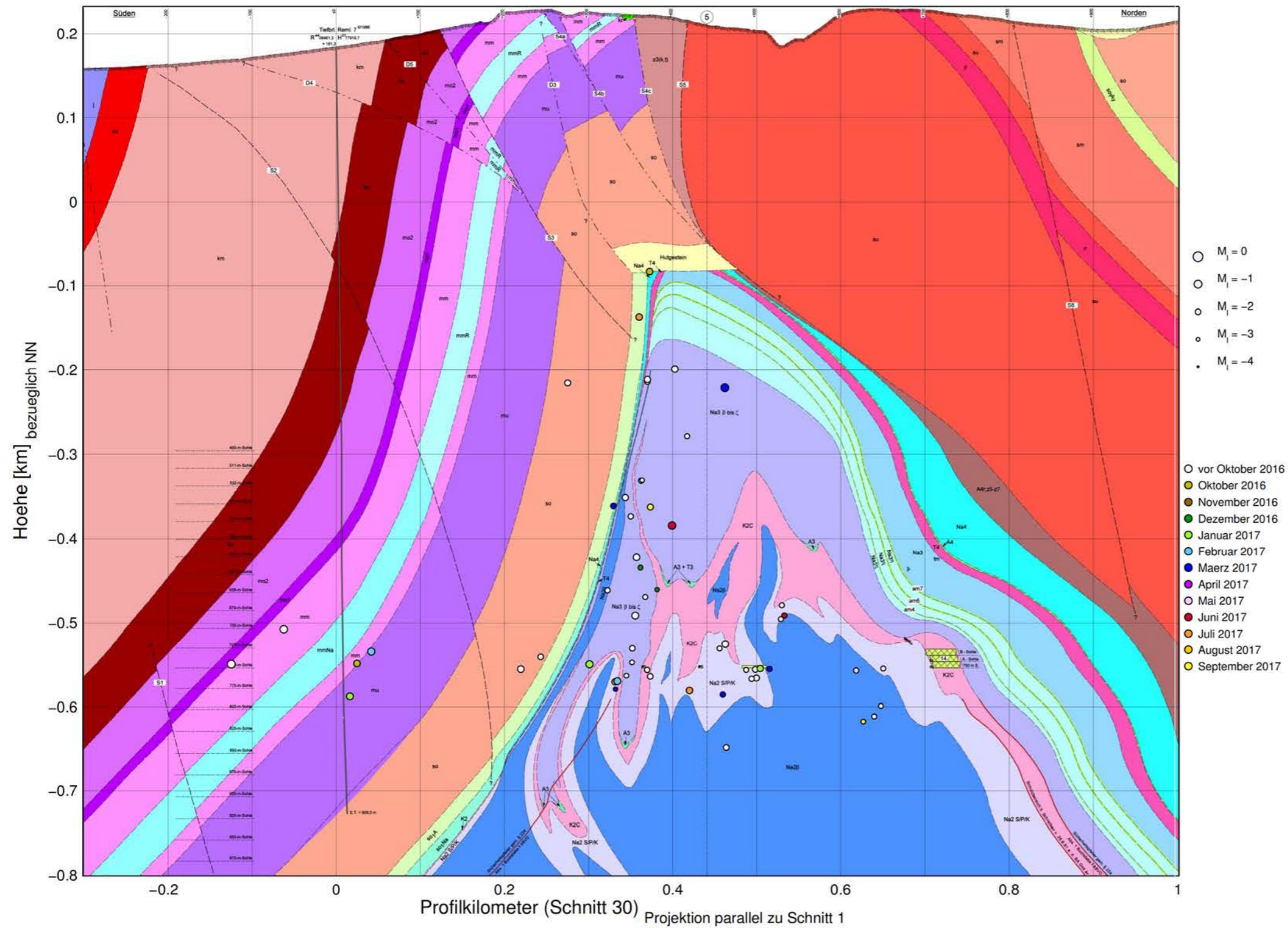
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Gesamtbereich ohne oberes und südliches Deckgebirge sowie Abbaue der Südflanke: 1142 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018



**Anhang 5.12: Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 10/2017 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28**

**Ereignisse am westlichen Baufeldrand und westlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 30 (westlicher Baufeldrand)**

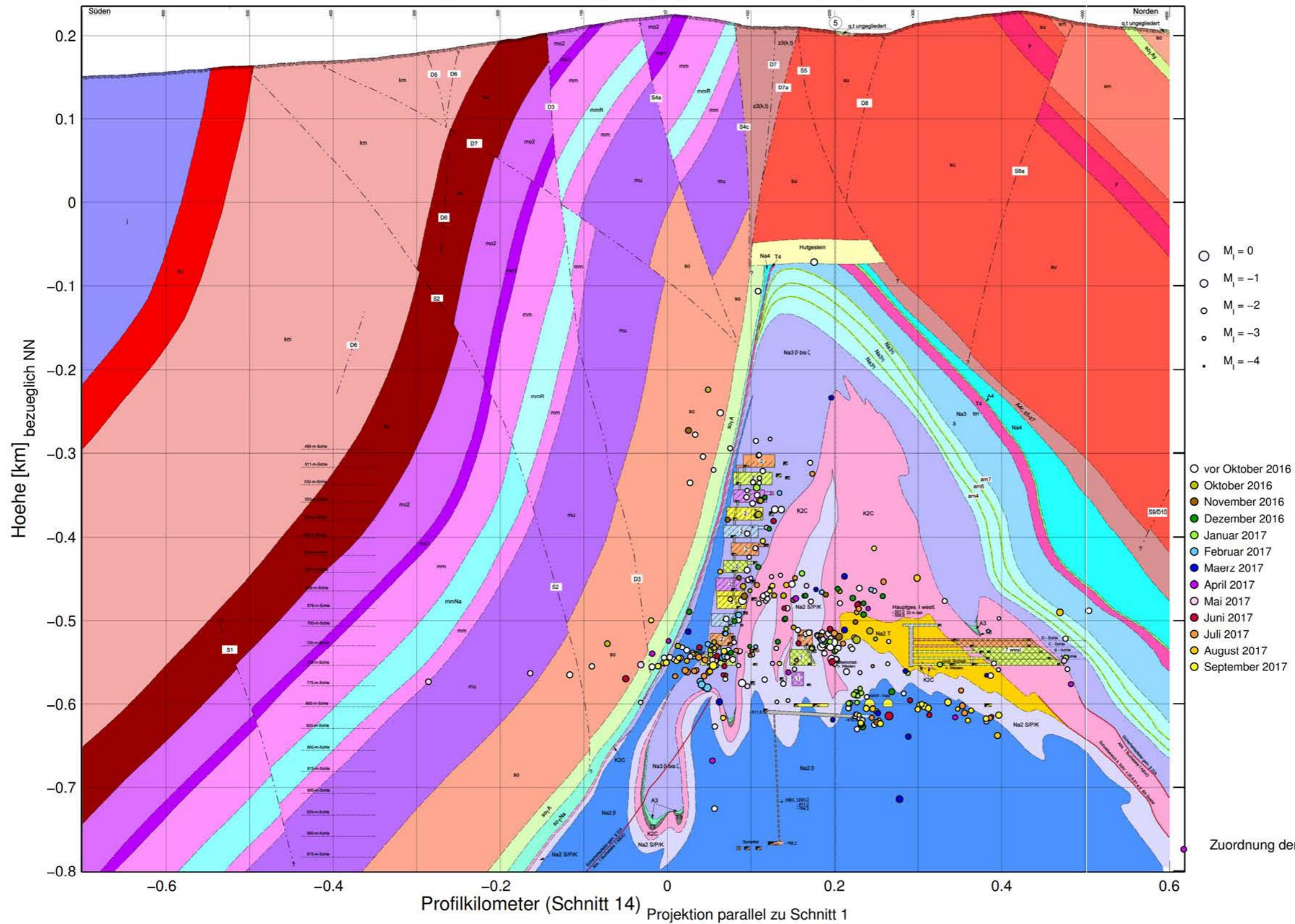
Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 30: 56 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

### Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 1 bis 3 projiziert auf Schnitt 14 durch Abbaureihe 2

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 14: 361 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018

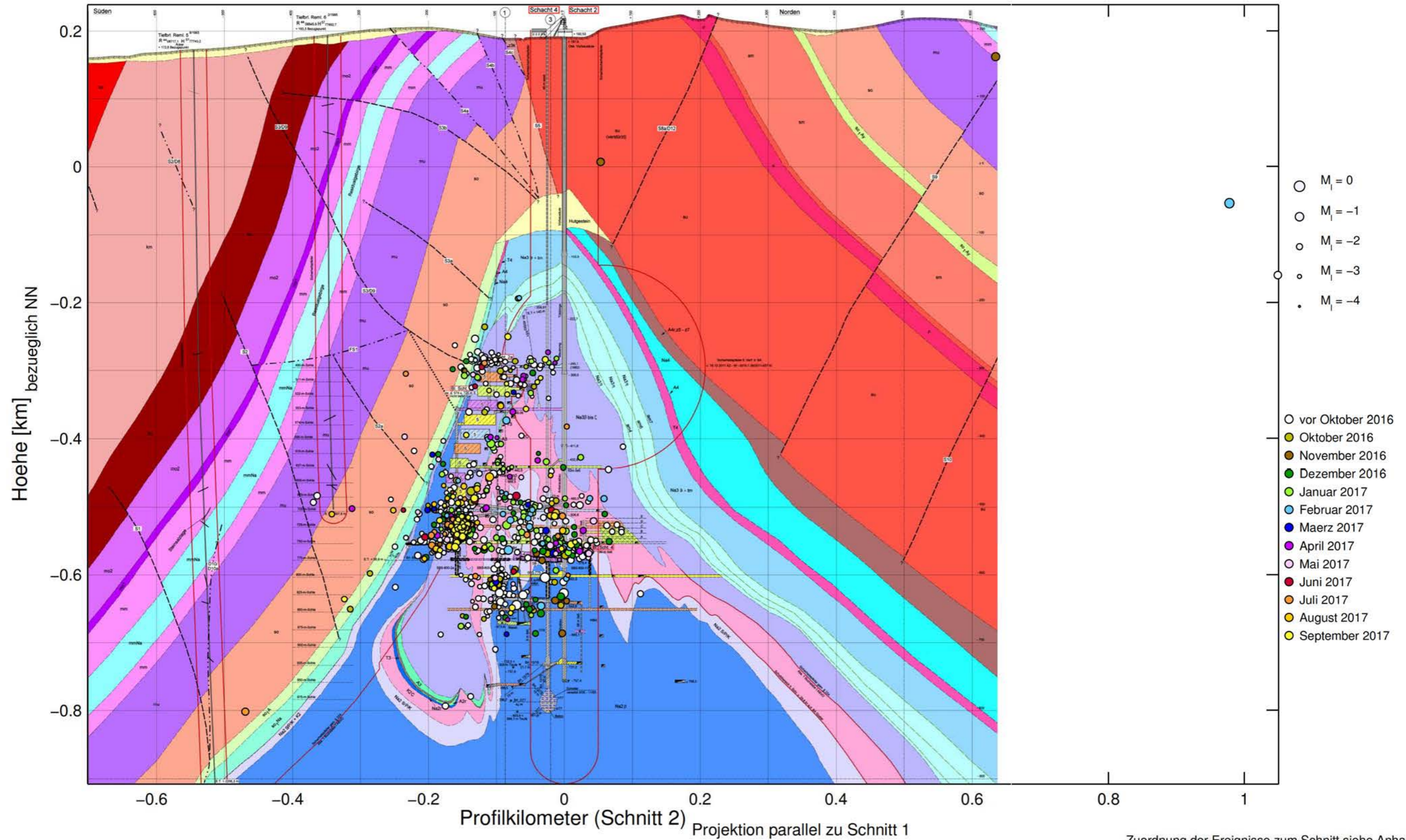


- $M_l = 0$
- $M_l = -1$
- $M_l = -2$
- $M_l = -3$
- $M_l = -4$
  
- vor Oktober 2016
- Oktober 2016
- November 2016
- Dezember 2016
- Januar 2017
- Februar 2017
- Maerz 2017
- April 2017
- Mai 2017
- Juni 2017
- Juli 2017
- August 2017
- September 2017

Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 4 bis 6 projiziert auf Schnitt 2 durch Abbaureihe 5**

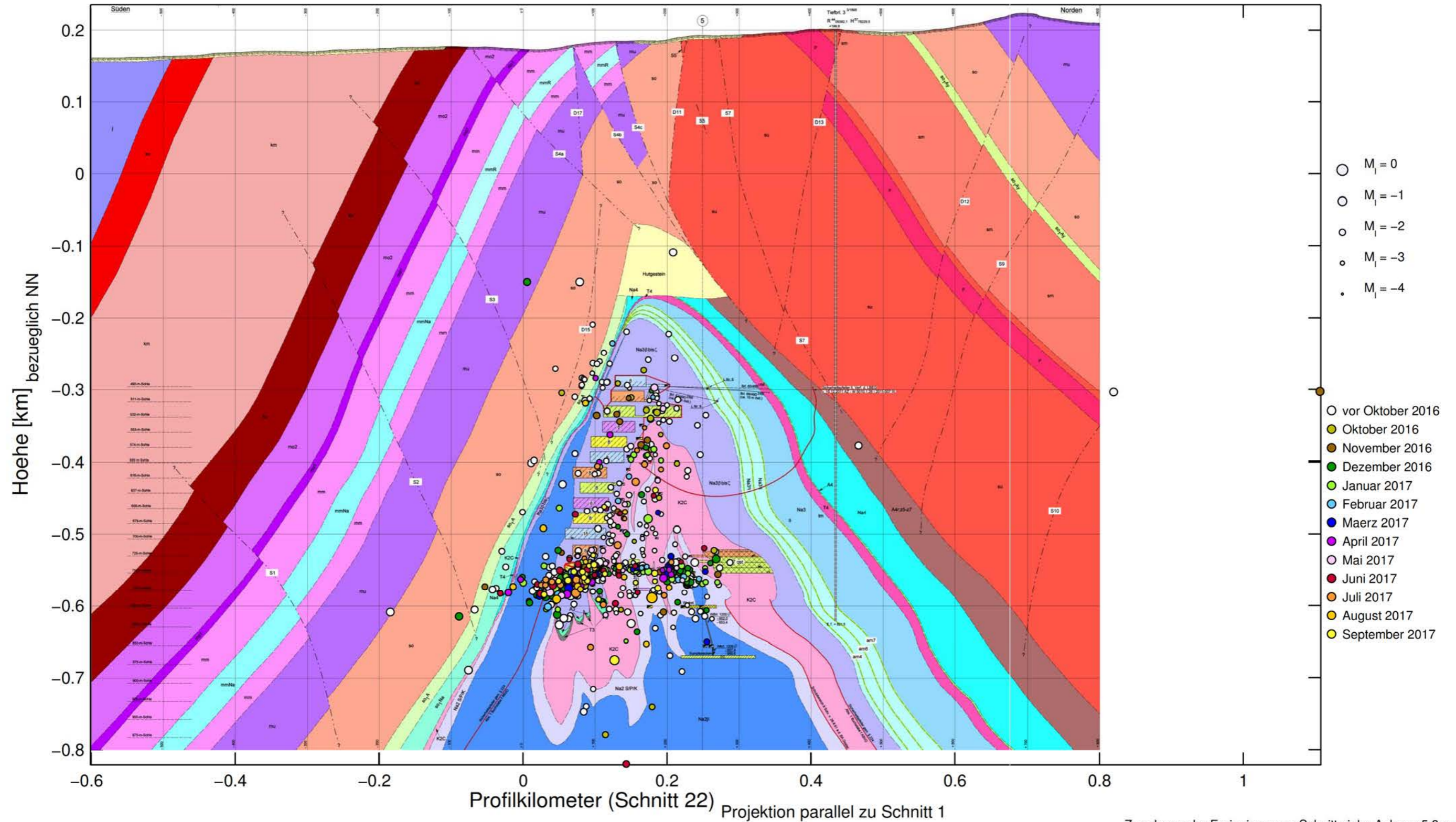
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 2: 1358 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 7 bis 9 projiziert auf Schnitt 22 durch Abbaureihe 8**

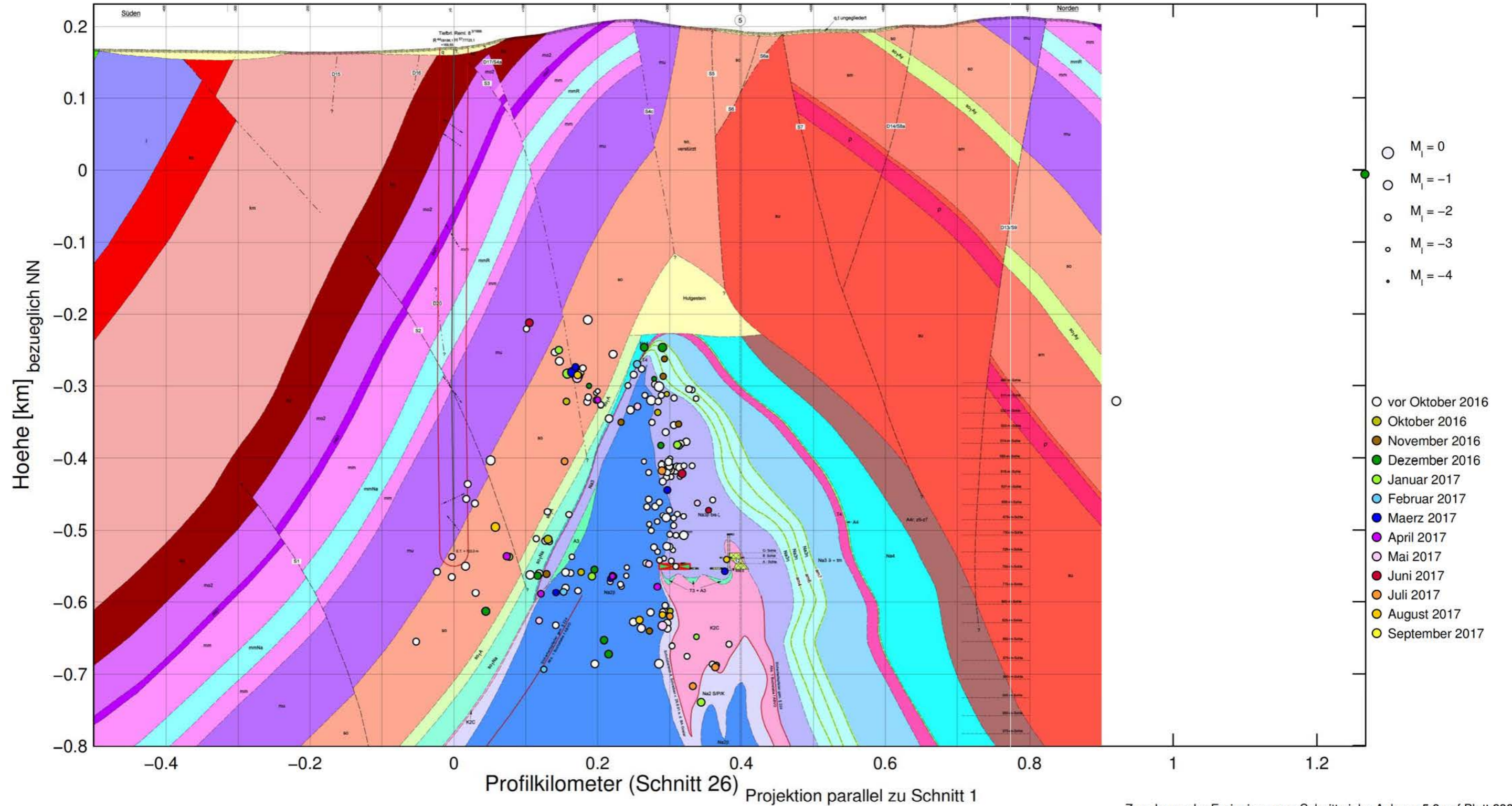
Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 22: 720 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.

**Ereignisse am östlichen Baufeldrand projiziert auf Schnitt 26 (östlicher Baufeldrand)**

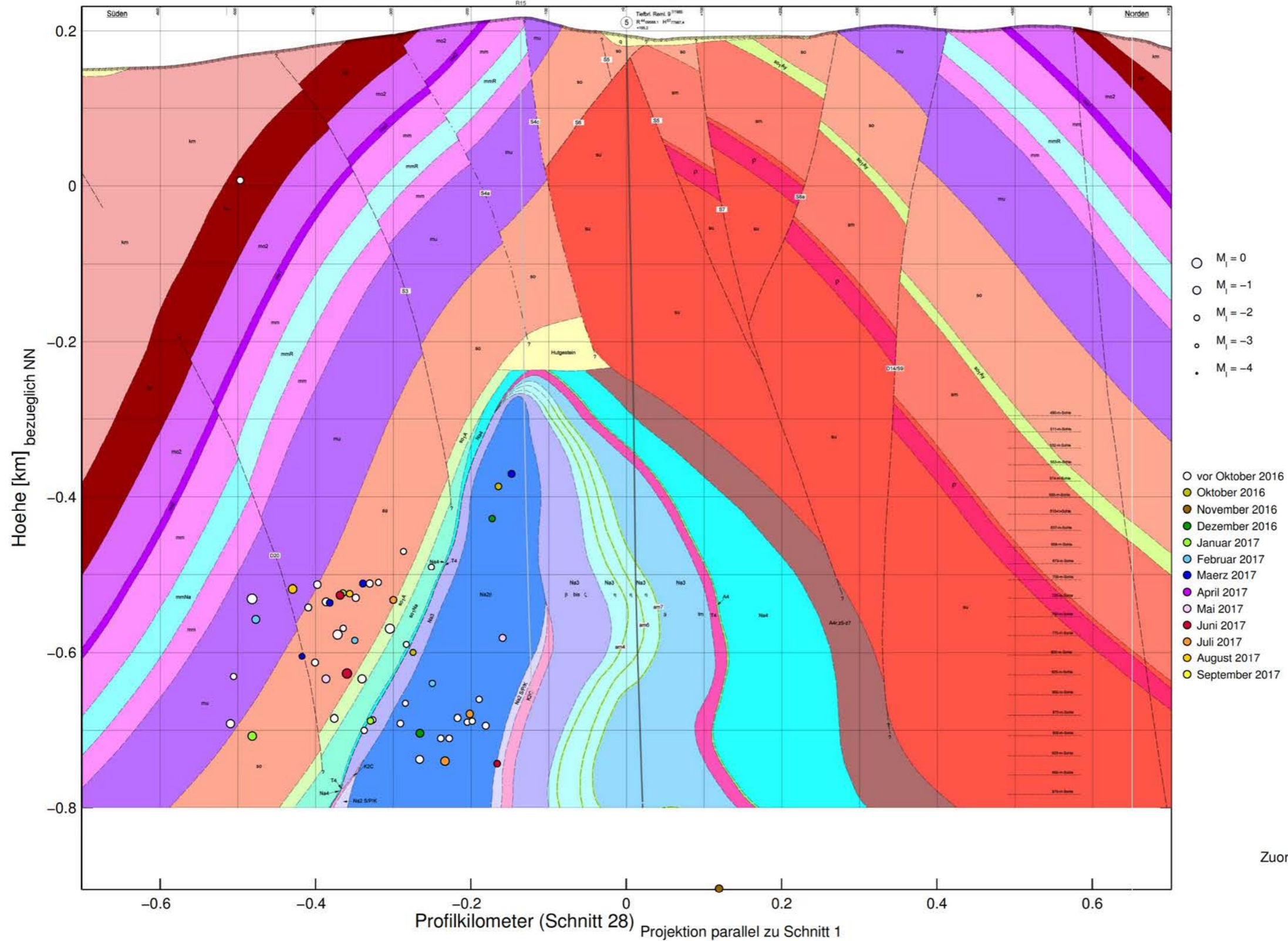
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 26: 198 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.


### Ereignisse weit östlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 28 (östlich des Grubengebäudes)

Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 28: 56 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



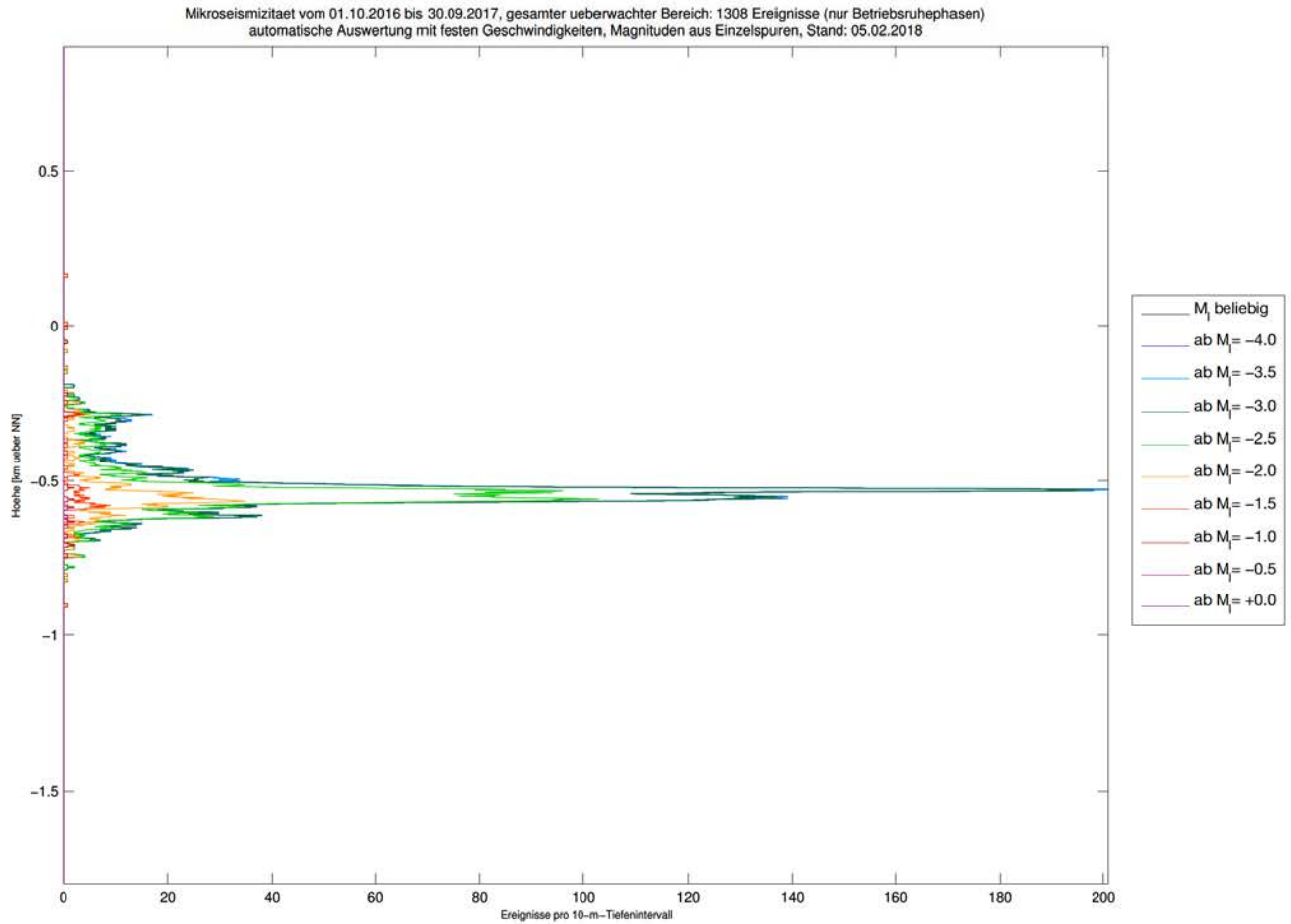
Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.8 auf Blatt 288.




Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 303

### Anhang 5.13: Tiefenverteilung der mikroseismischen Ereignisse (Automatik, Betriebsruhe) Ereignisse in Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017 je 10-m-Tiefenintervall

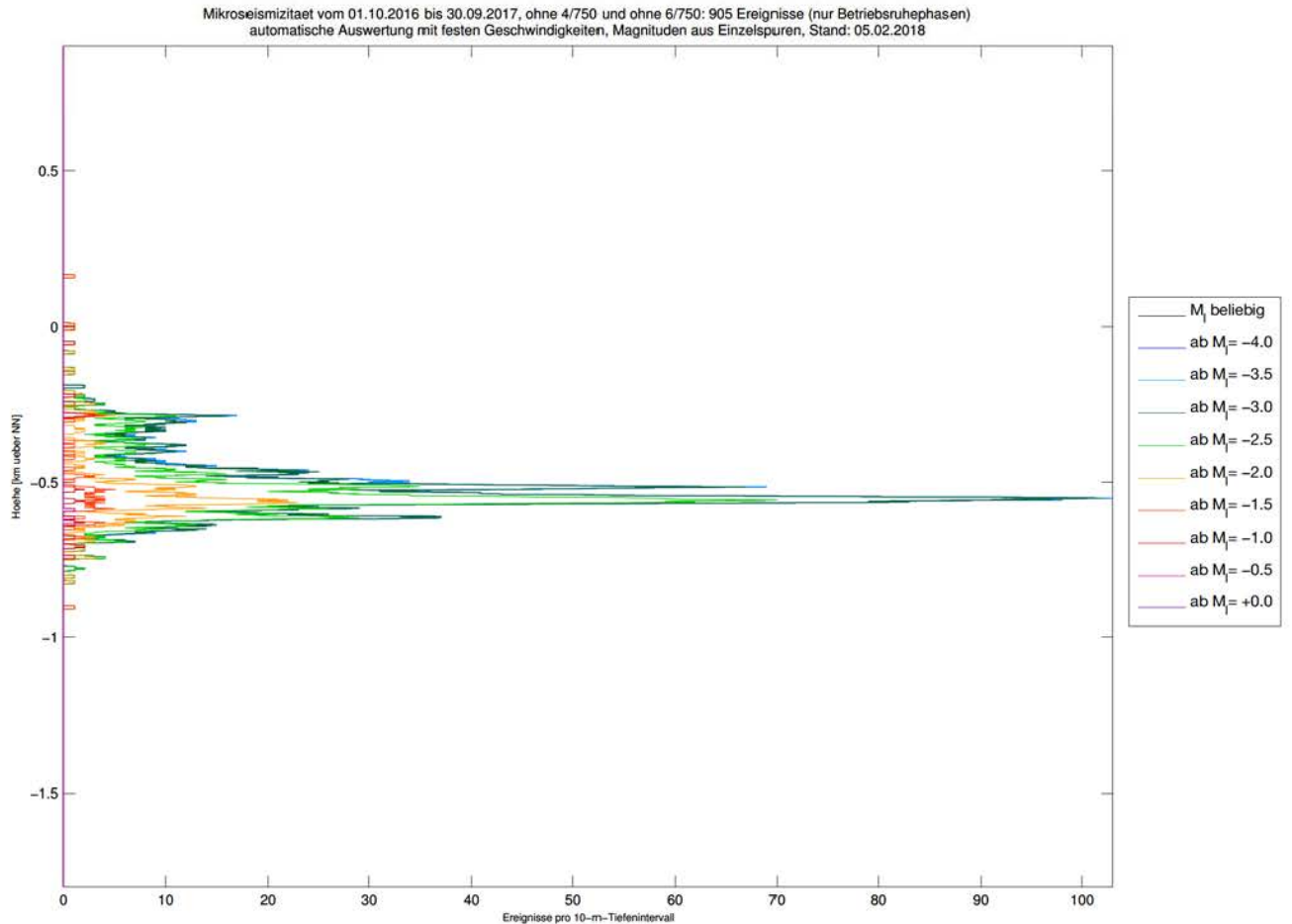


Die hier dargestellten Ereignisanzahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa 4,2-mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 274).

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 304

### Tiefenverteilung der Ereignisse in Betriebsruhephasen von 10/2016 bis 09/2017 ohne die Häufungen in bzw. bei ELK 4/750 und ELK 6/750

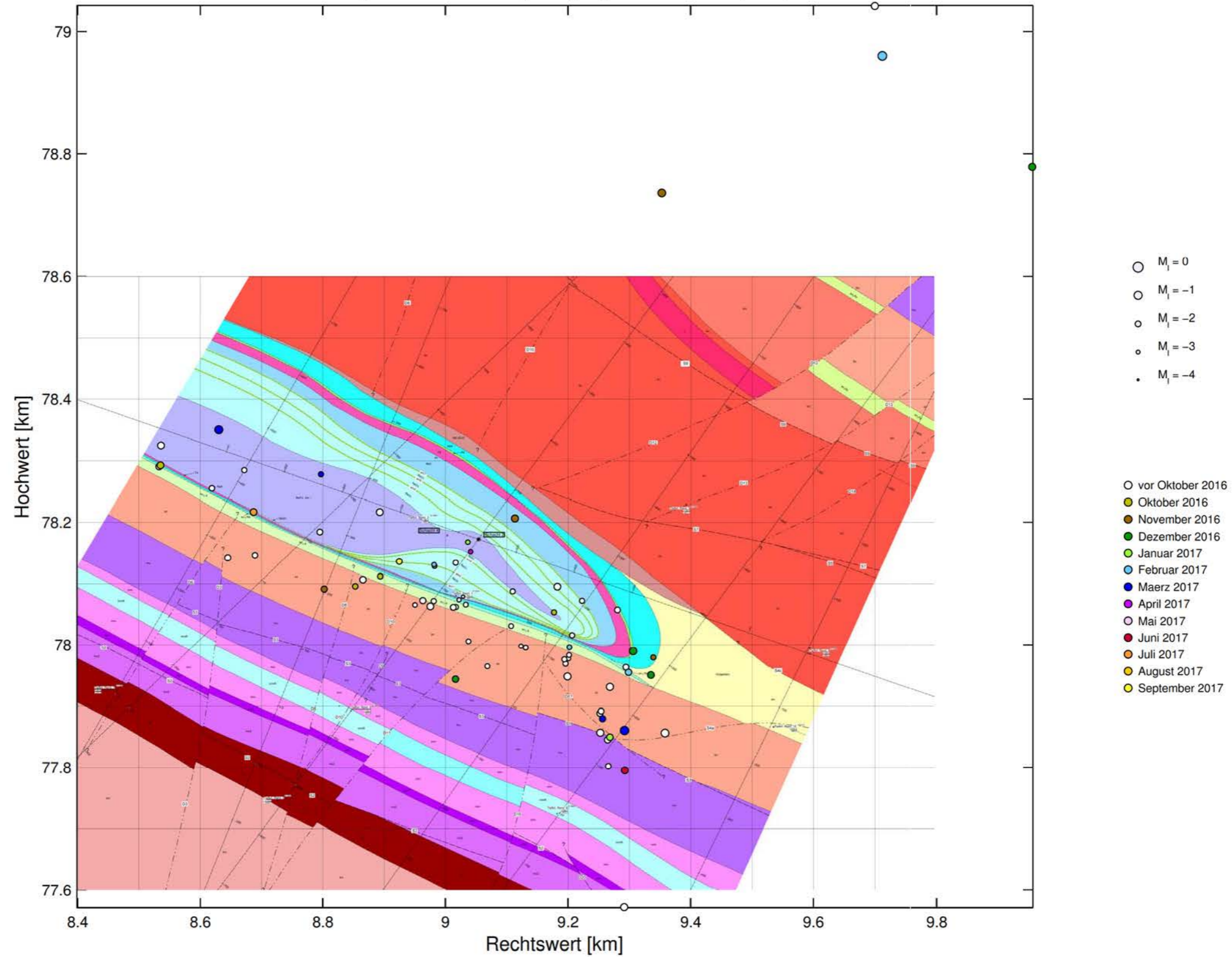


Die hier dargestellten Ereignisanzahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa 4,2-mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 274).

**Anhang 5.14: Mikroseismische Ereignisse in Betriebsruhephasen von Oktober 2015 bis September 2017 projiziert auf die Sohlenrisse**

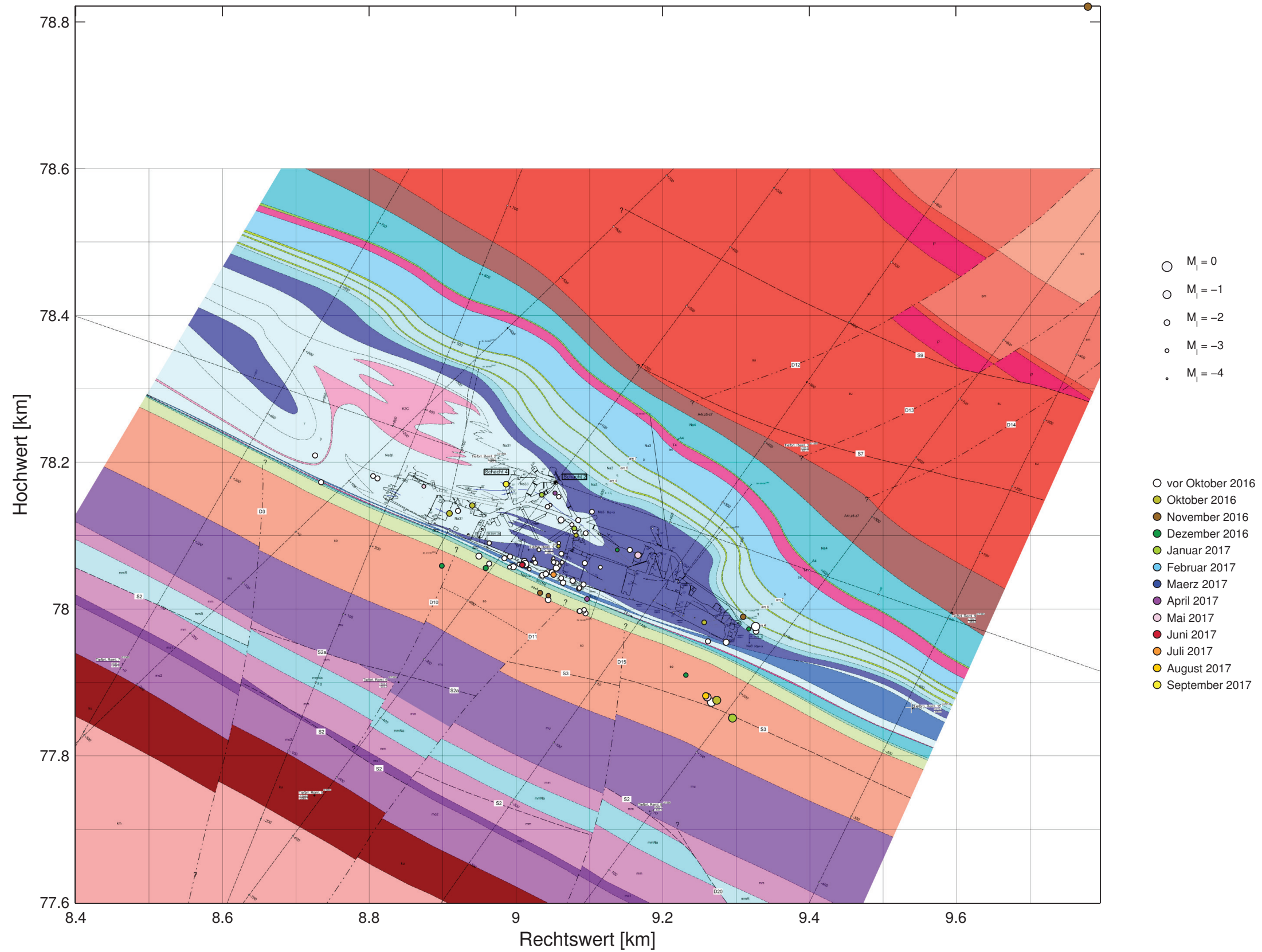
**Mikroseismizität oberhalb des Grubengebäudes**

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, oberhalb der Grube (> -282.5 mNN): 71 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



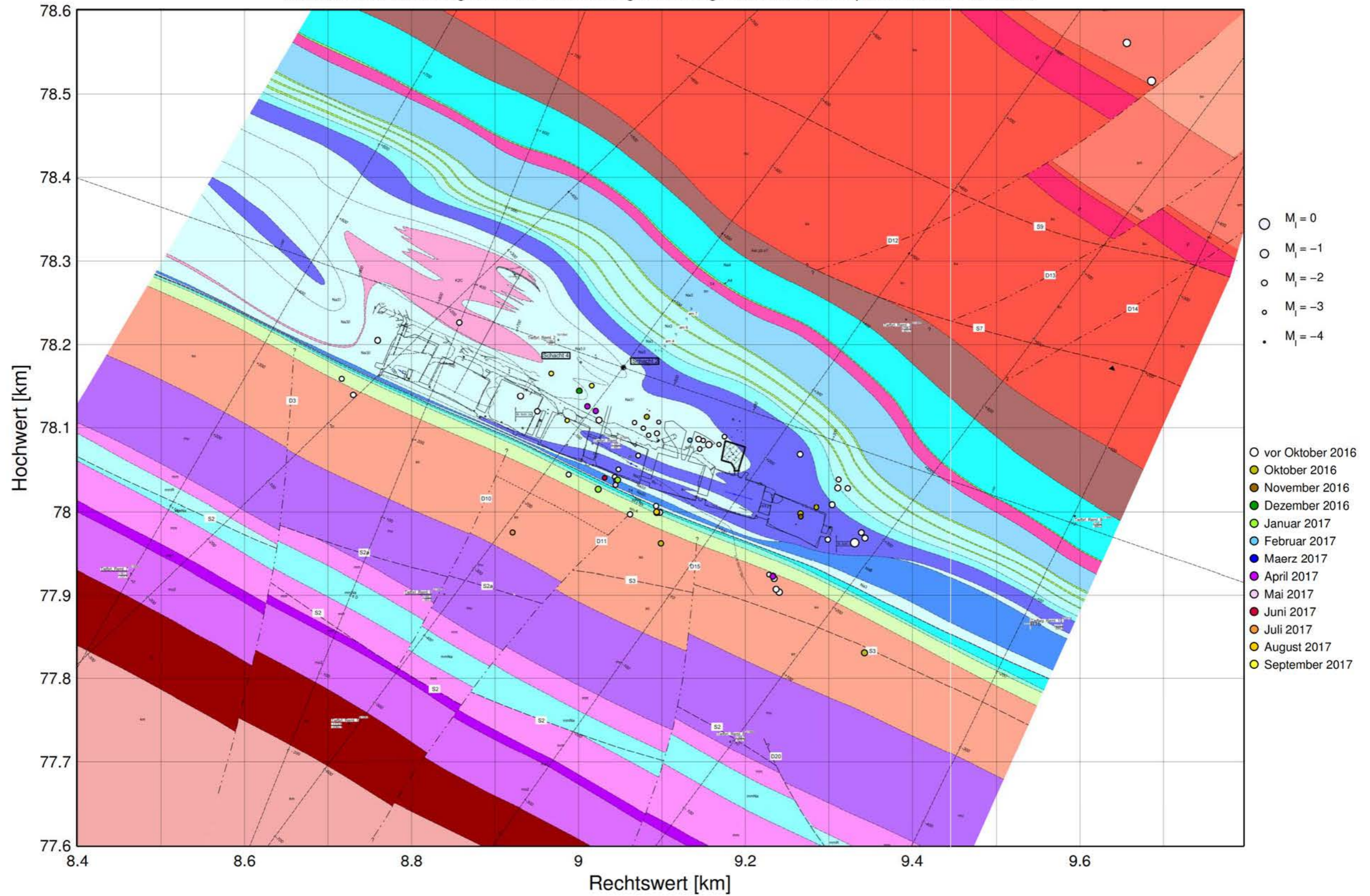
### Mikroseismizität im Bereich der 490-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 490-m-Sohle (-282.5 mNN bis -303.5 mNN): 98 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



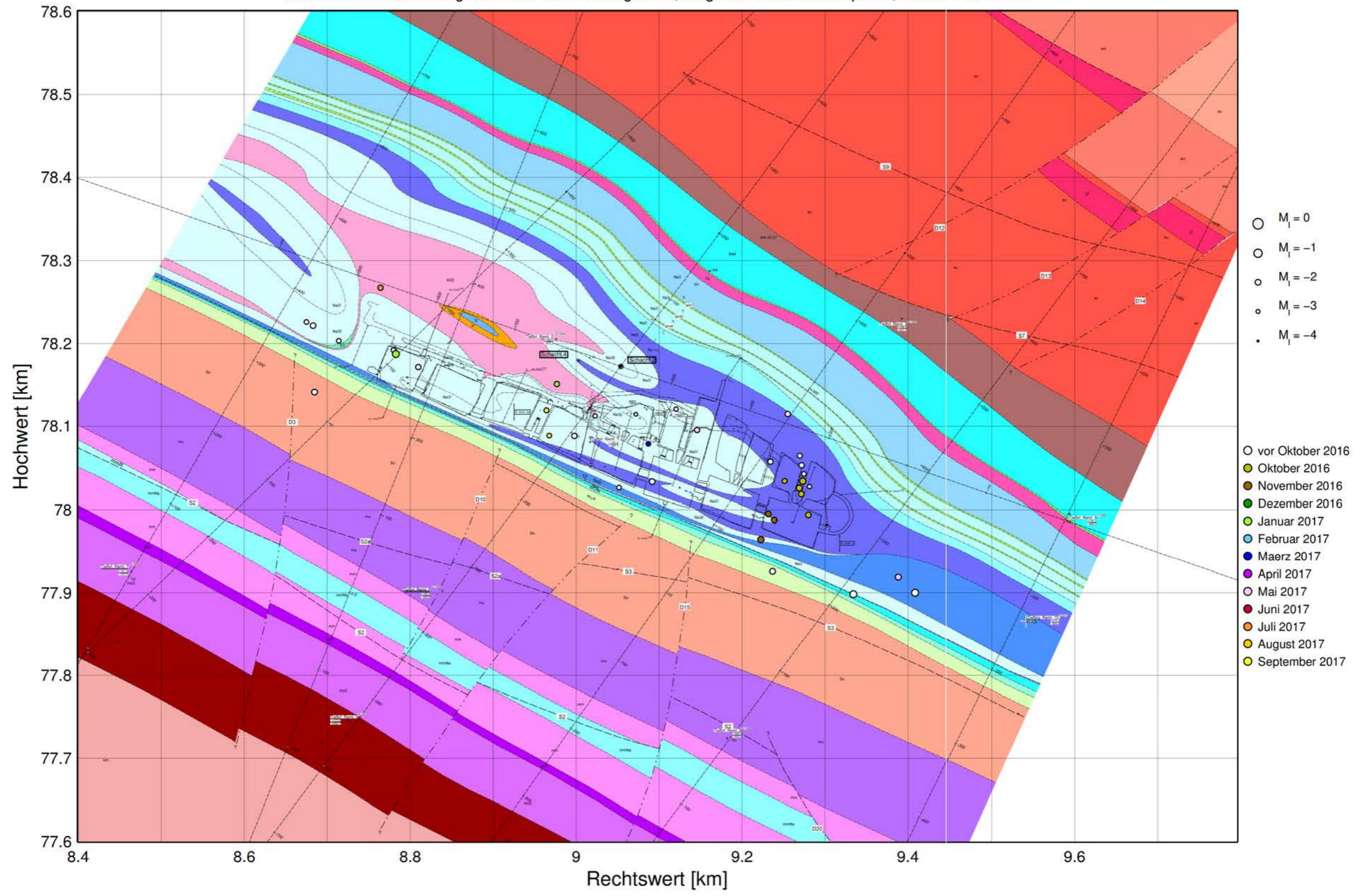
### Mikroseismizität im Bereich der 511-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 511-m-Sohle (-303.5 mNN bis -324.5 mNN): 63 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



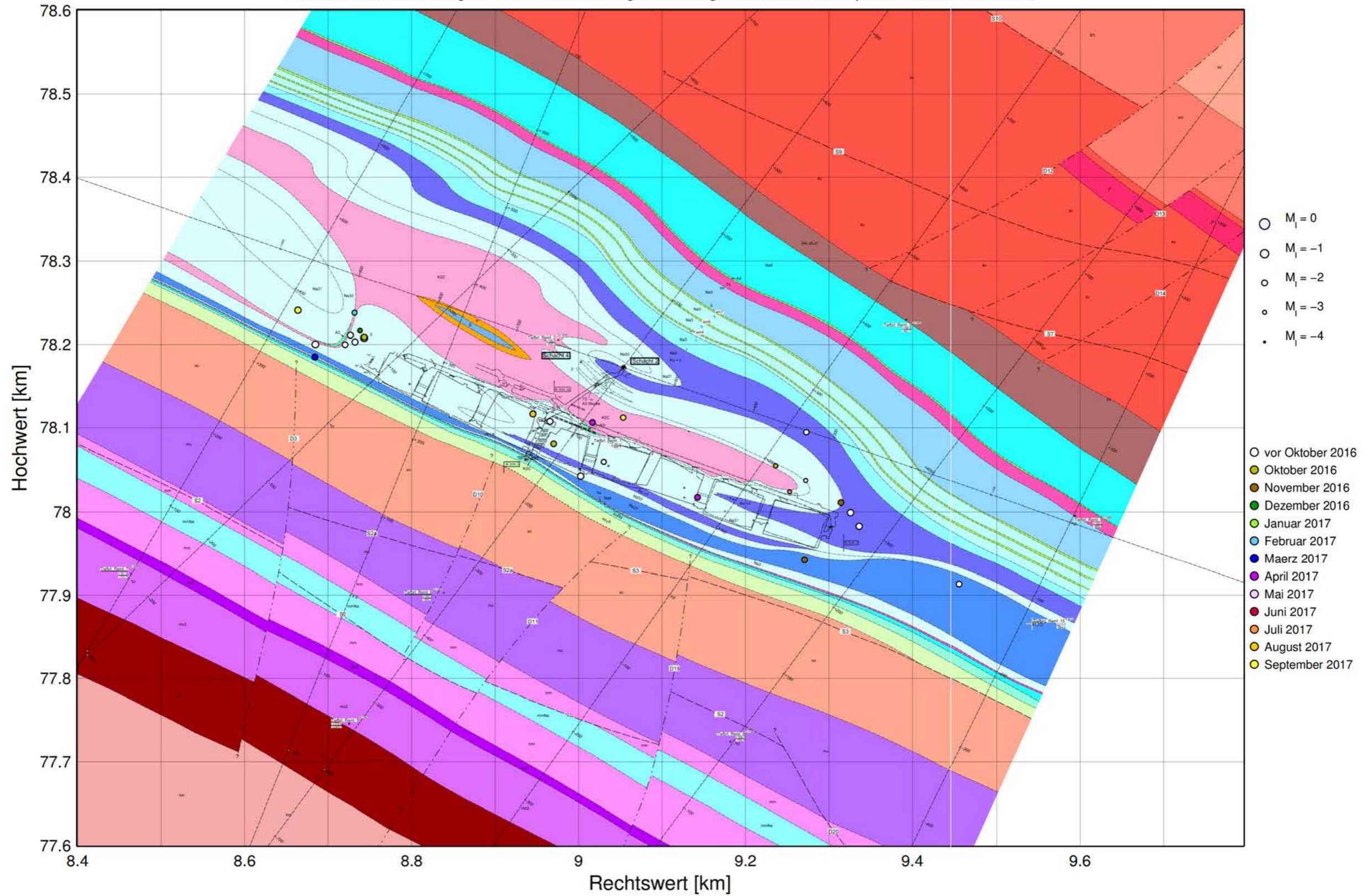
### Mikroseismizität im Bereich der 532-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 532-m-Sohle (-324.5 mNN bis -345.5 mNN): 39 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



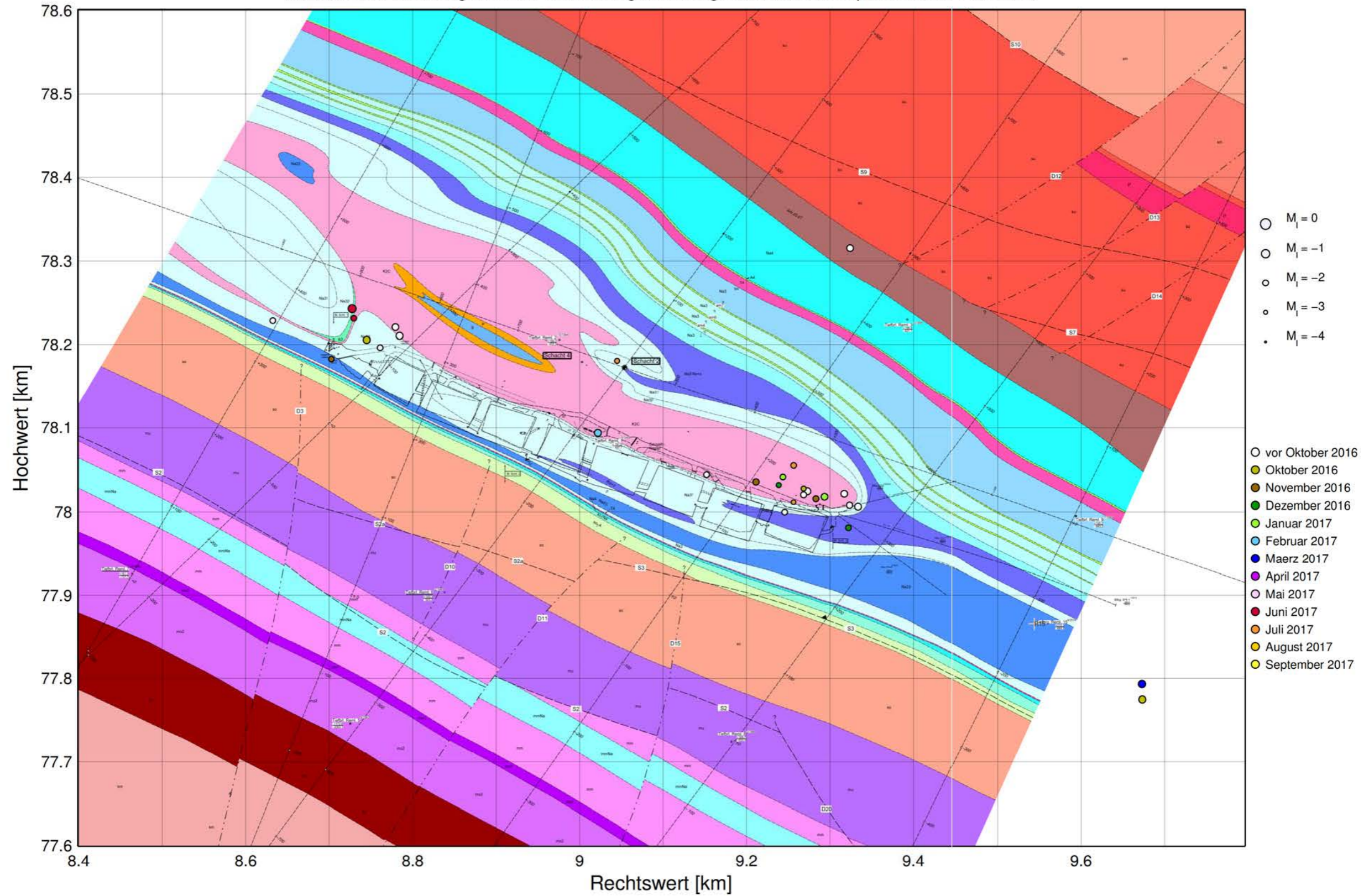
### Mikroseismizität im Bereich der 553-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 553-m-Sohle (-345.5 mNN bis -366.5 mNN): 27 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



### Mikroseismizität im Bereich der 574-m-Sohle

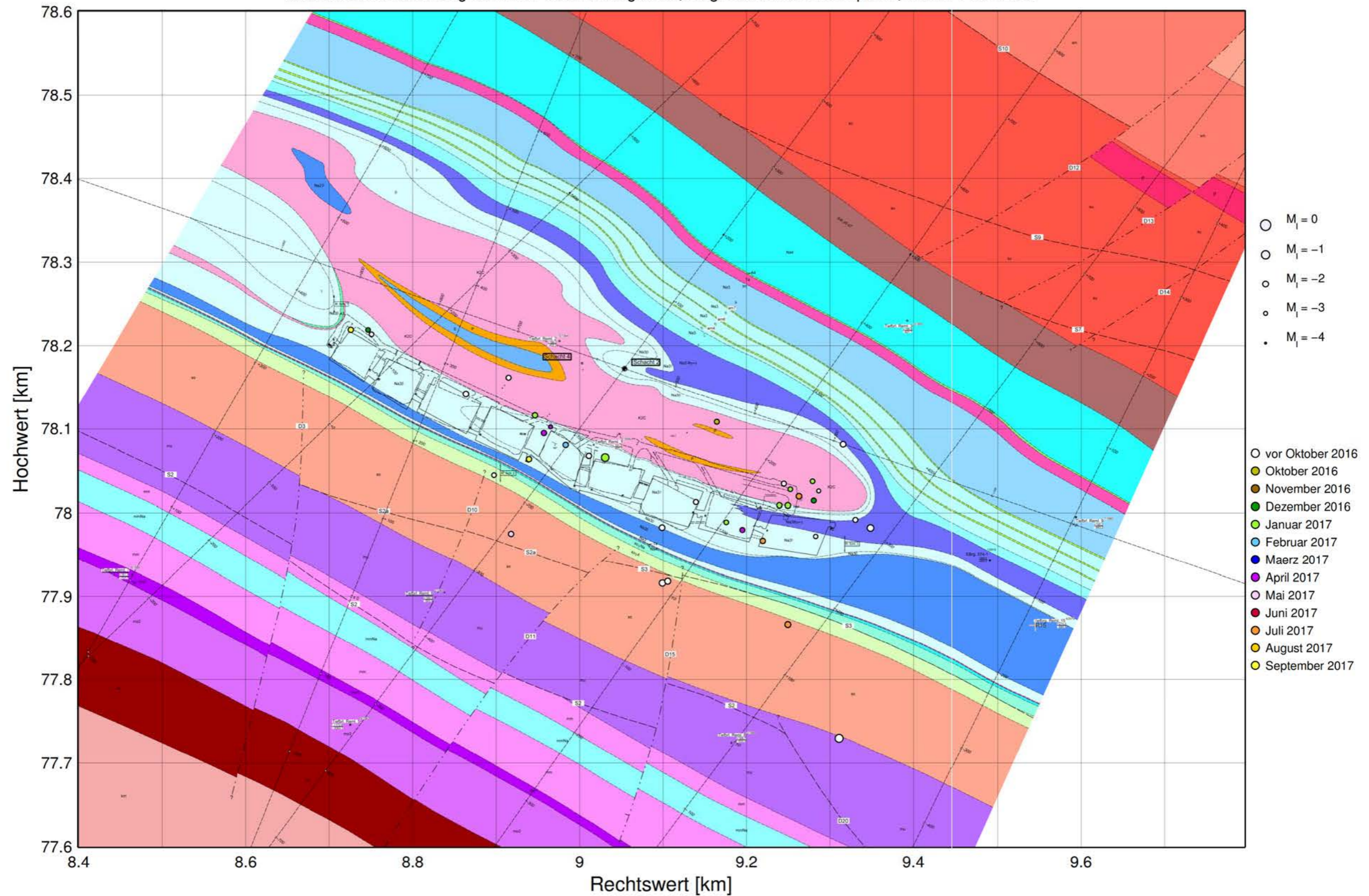
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 574-m-Sohle (-366.5 mNN bis -387.5 mNN): 29 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018





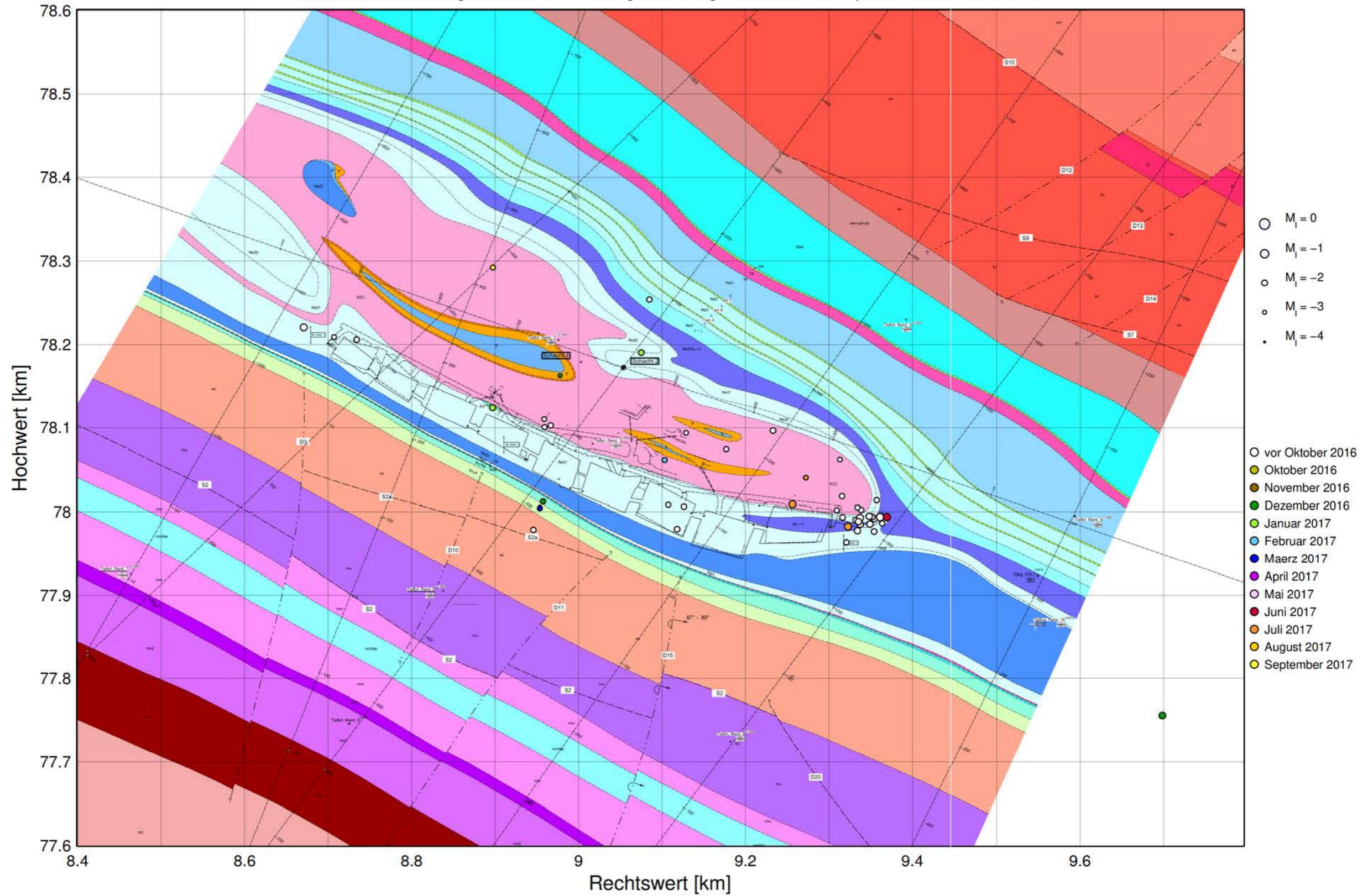
### Mikroseismizität im Bereich der 595-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 595-m-Sohle (-387.5 mNN bis -408.5 mNN): 36 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



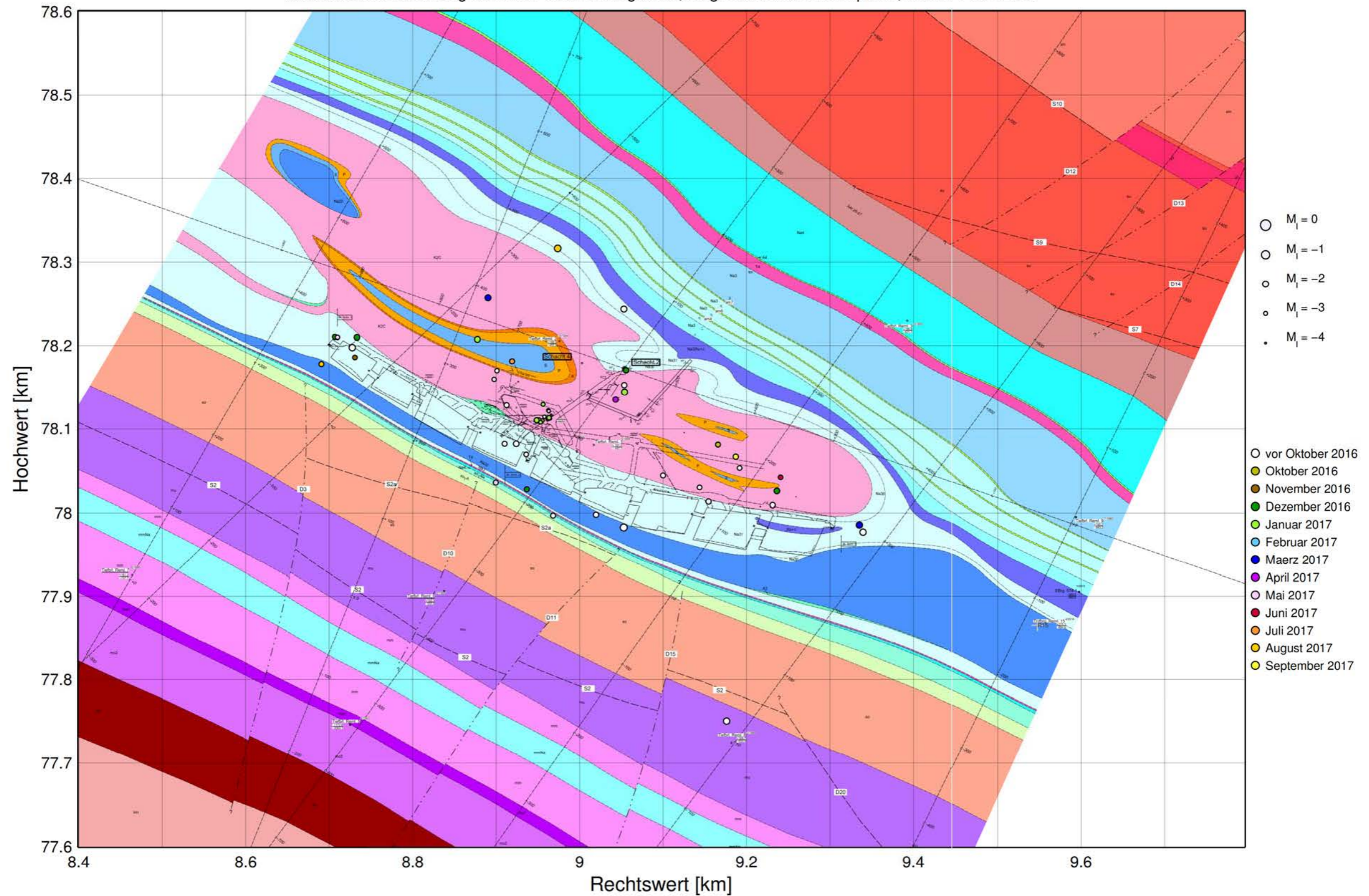
### Mikroseismizität im Bereich der 616-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 616-m-Sohle (-408.5 mNN bis -429.5 mNN): 46 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



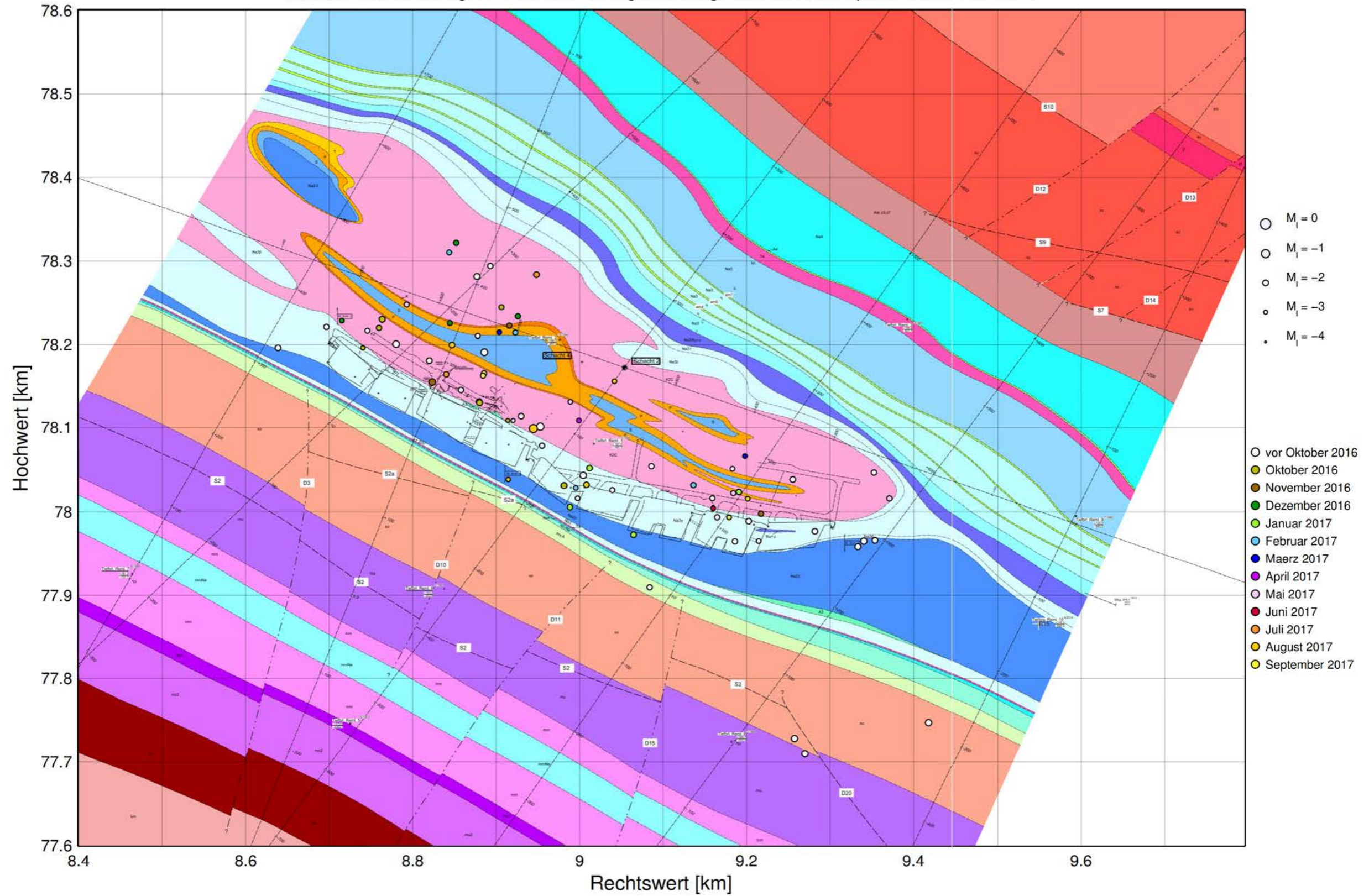
### Mikroseismizität im Bereich der 637-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 637-m-Sohle (-429.5 mNN bis -450.5 mNN): 50 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



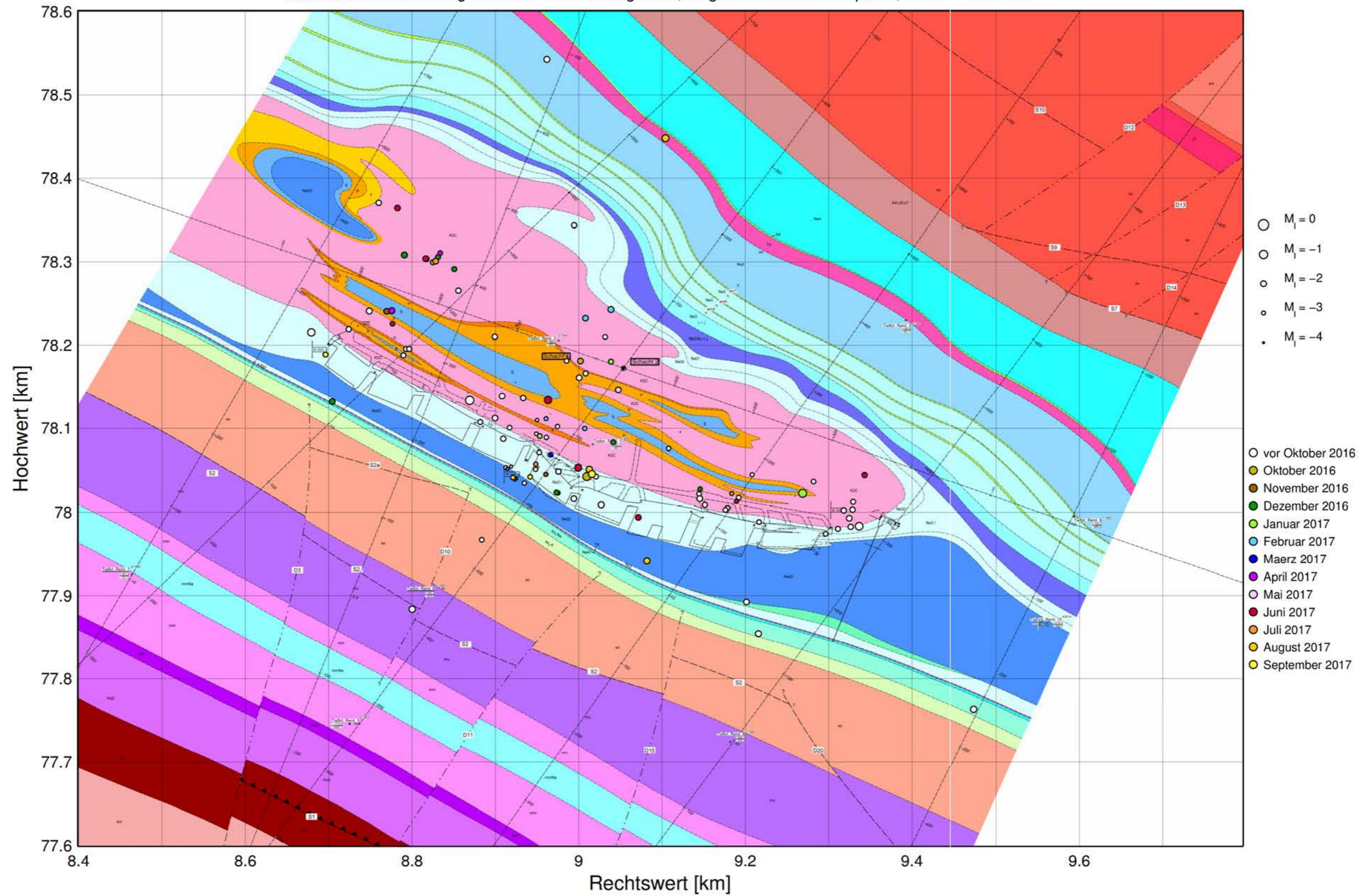
### Mikroseismizität im Bereich der 658-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 658-m-Sohle (-450.5 mNN bis -471.5 mNN): 76 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



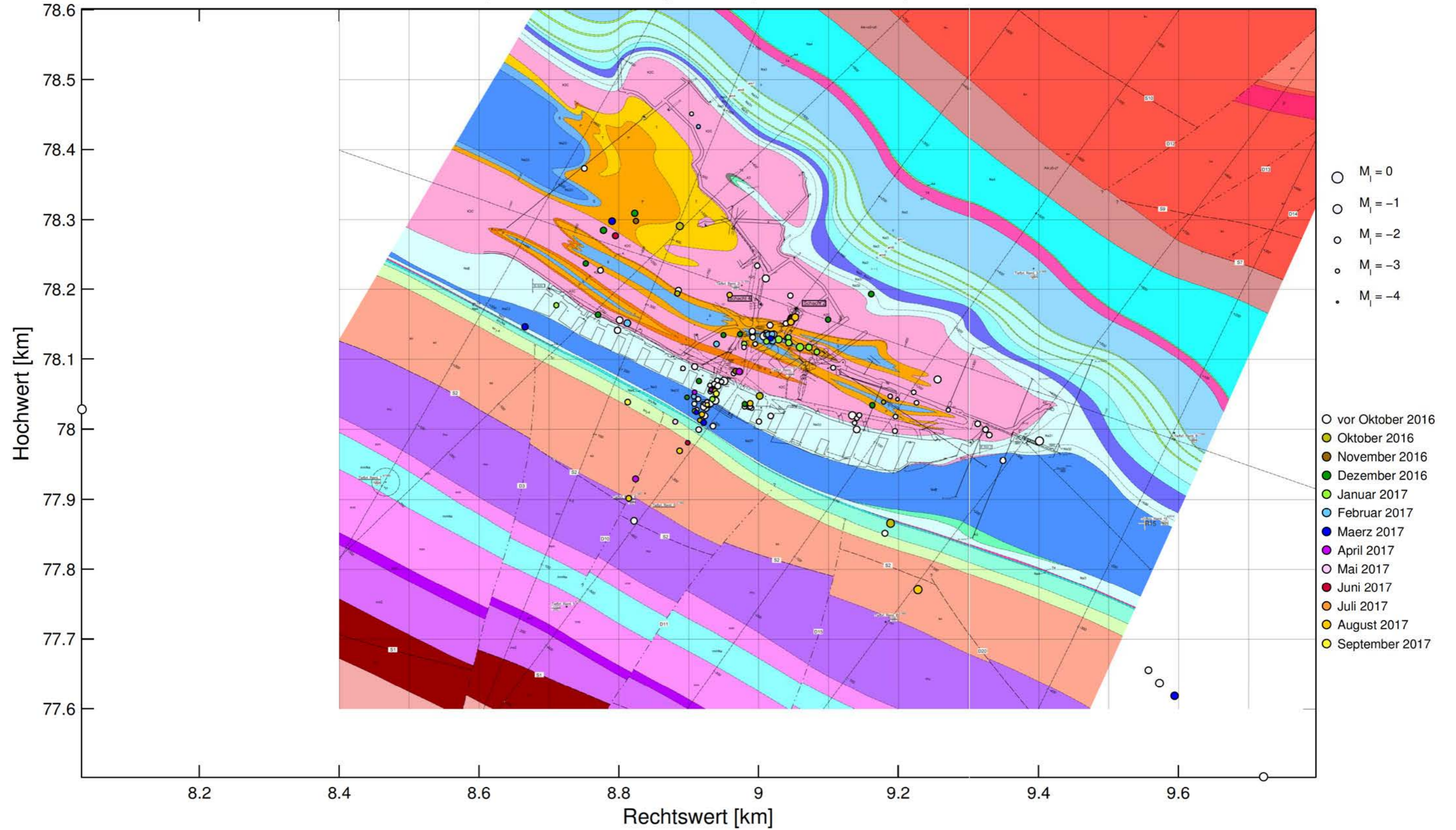
### Mikroseismizität im Bereich der 679-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 679-m-Sohle (-471.5 mNN bis -492.5 mNN): 104 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



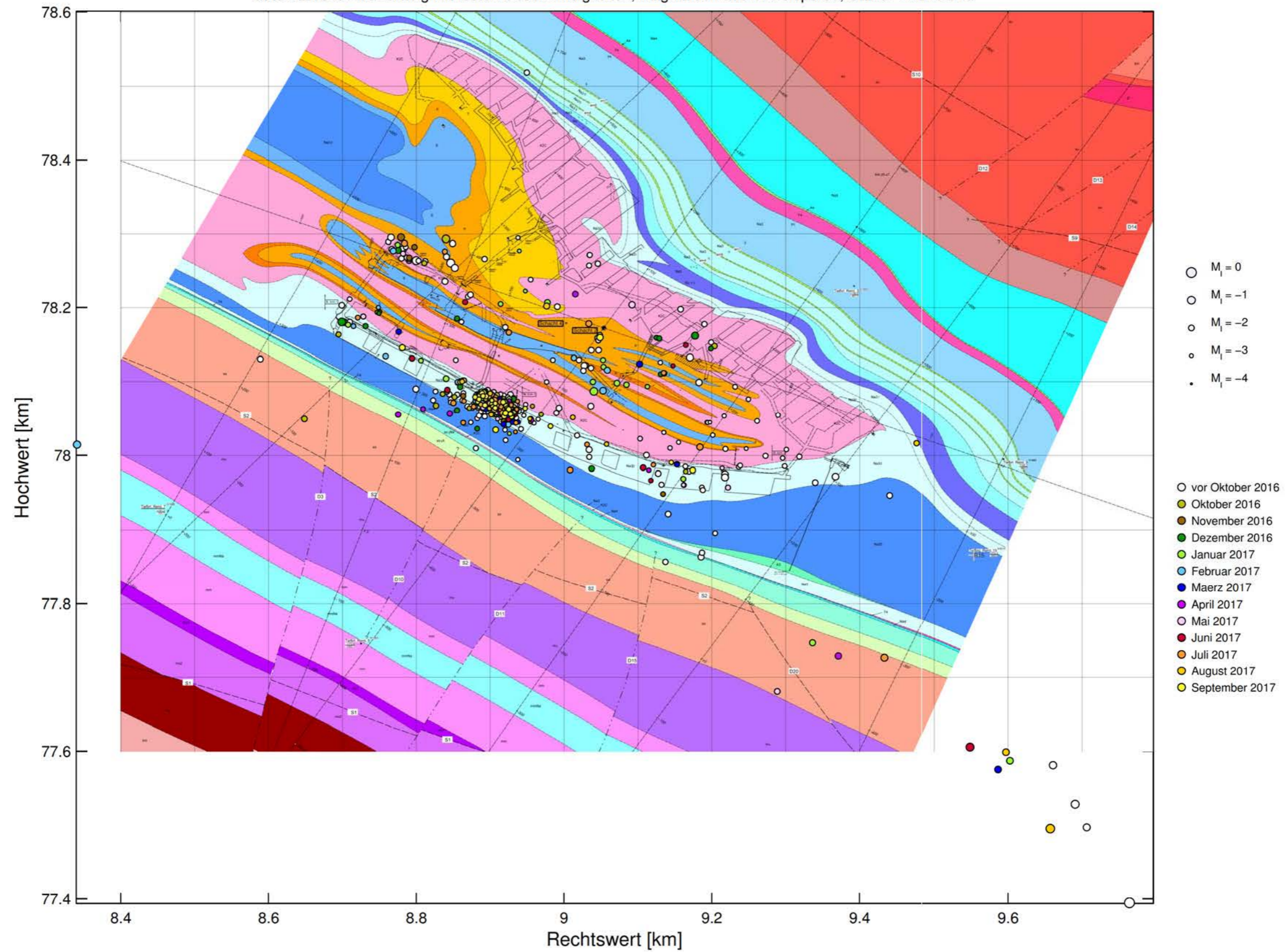
### Mikroseismizität im Bereich der 700-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 700-m-Sohle (-492.5 mNN bis -513.5 mNN): 166 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



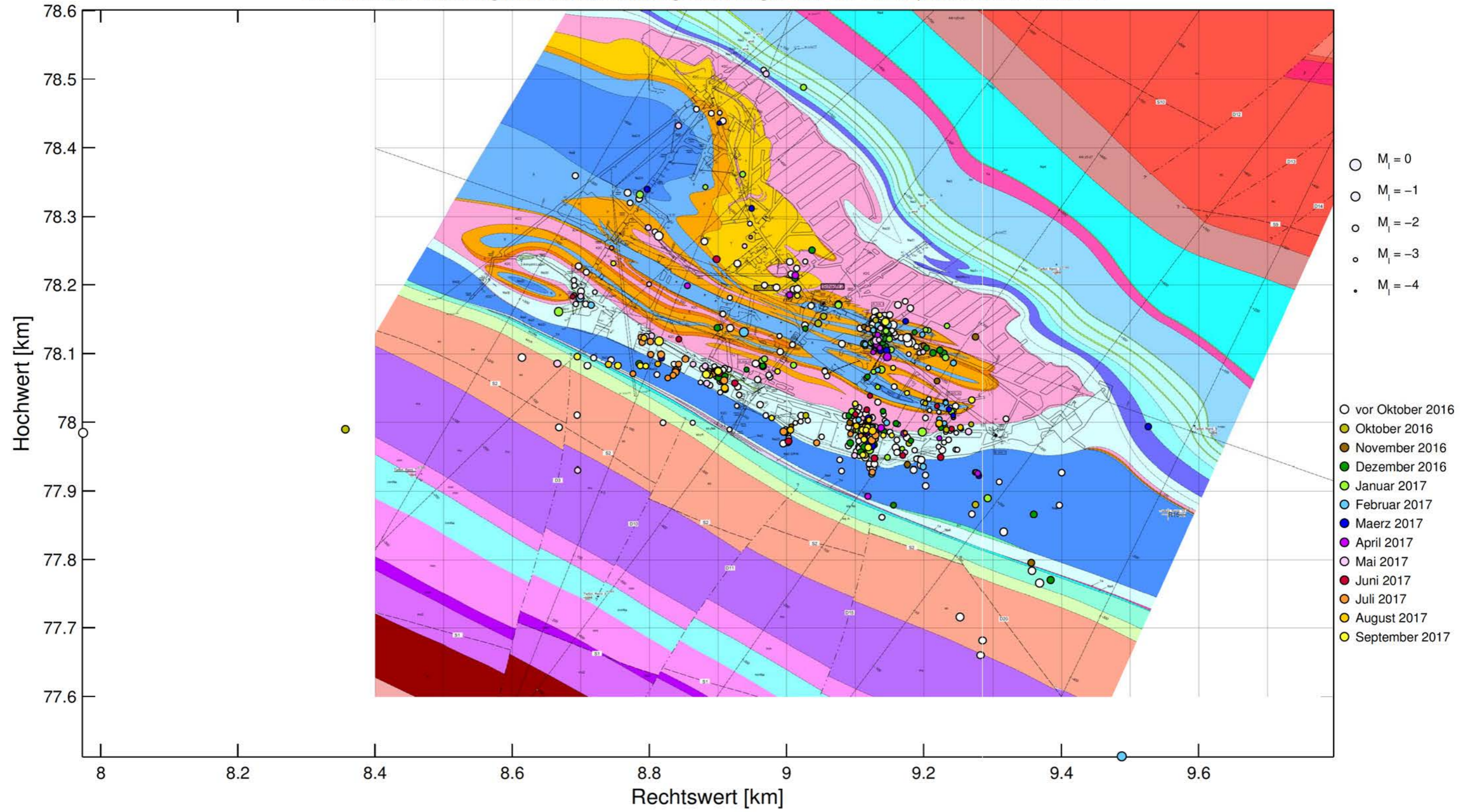
### Mikroseismizität im Bereich der 725-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 725-m-Sohle (-513.5 mNN bis -543.0 mNN): 827 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



### Mikroseismizität im Bereich der 750-m-Sohle

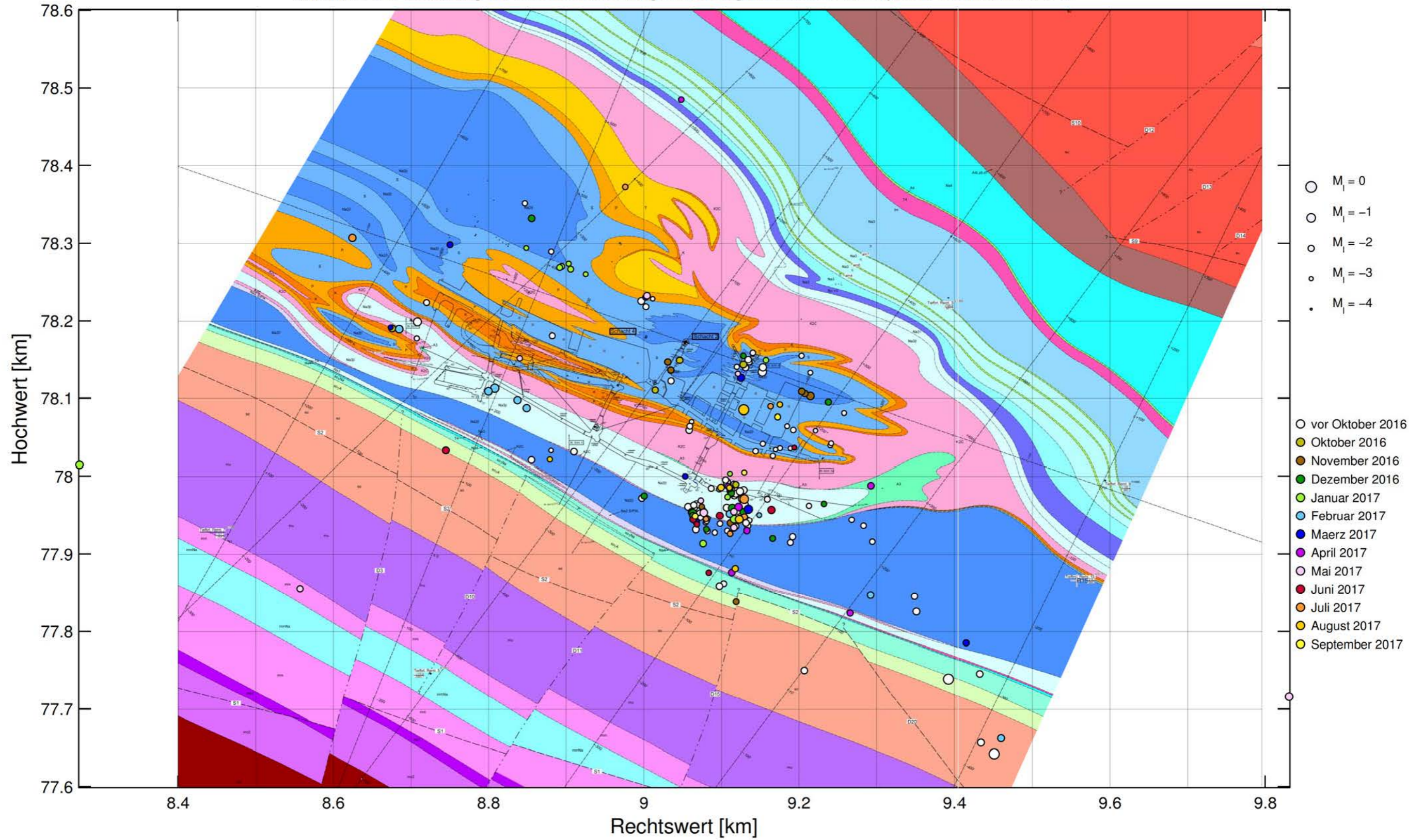
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 750-m-Sohle (-543.0 mNN bis -568.0 mNN): 583 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018





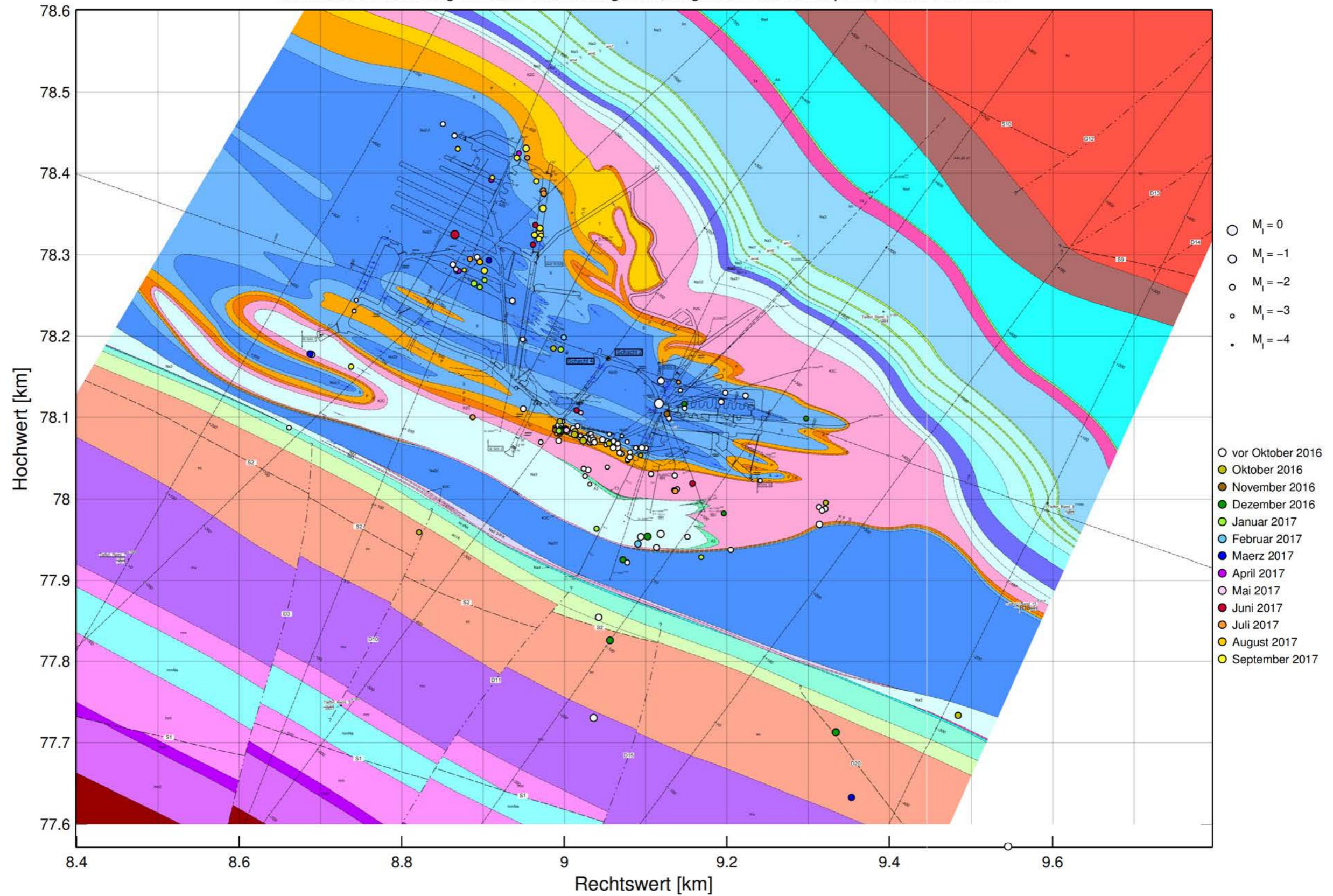
### Mikroseismizität im Bereich der 775-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 775-m-Sohle (-568.0 mNN bis -593.0 mNN): 199 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



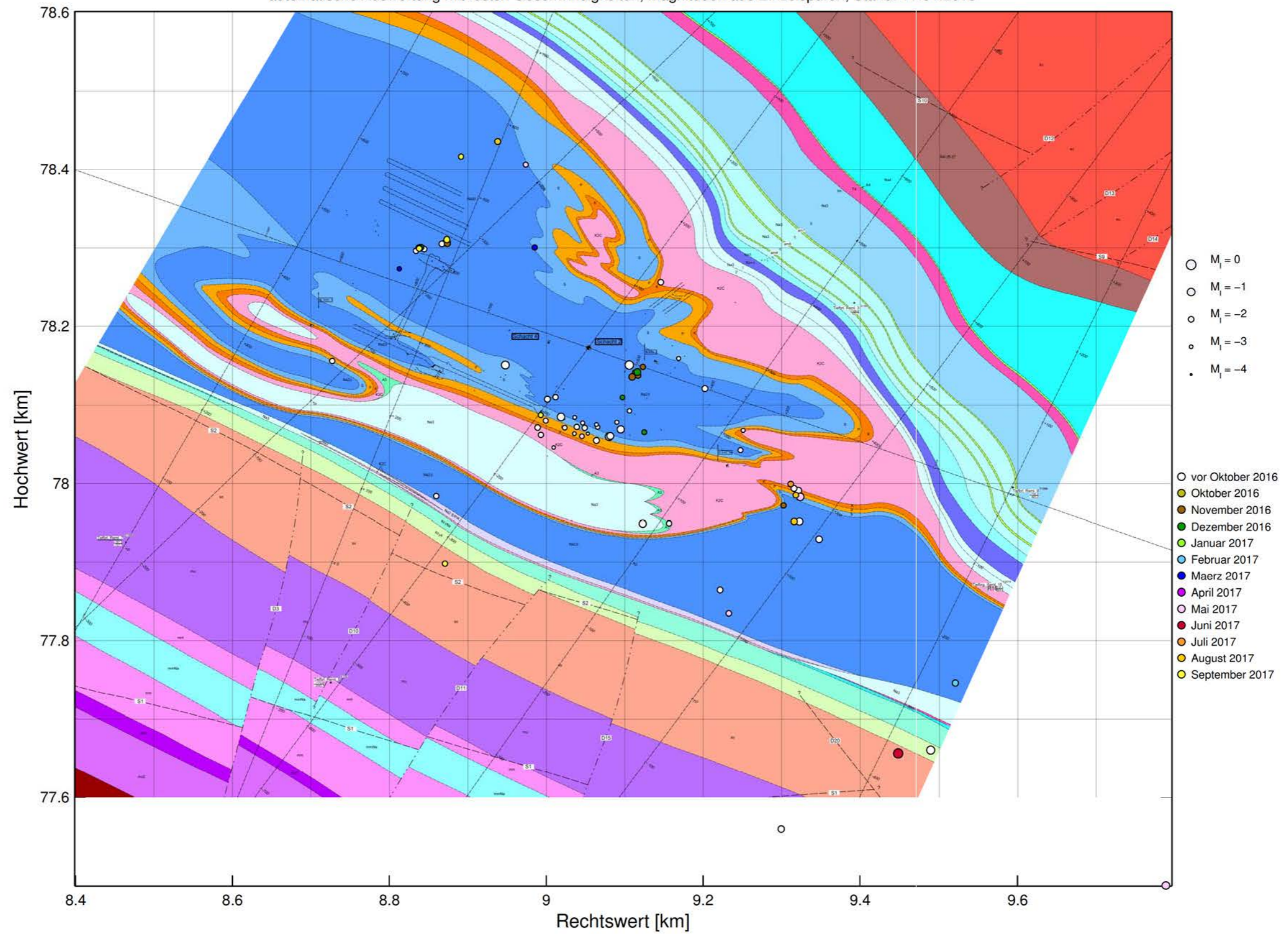
### Mikroseismizität im Bereich der 800-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 800-m-Sohle (-593.0 mNN bis -618.0 mNN): 162 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



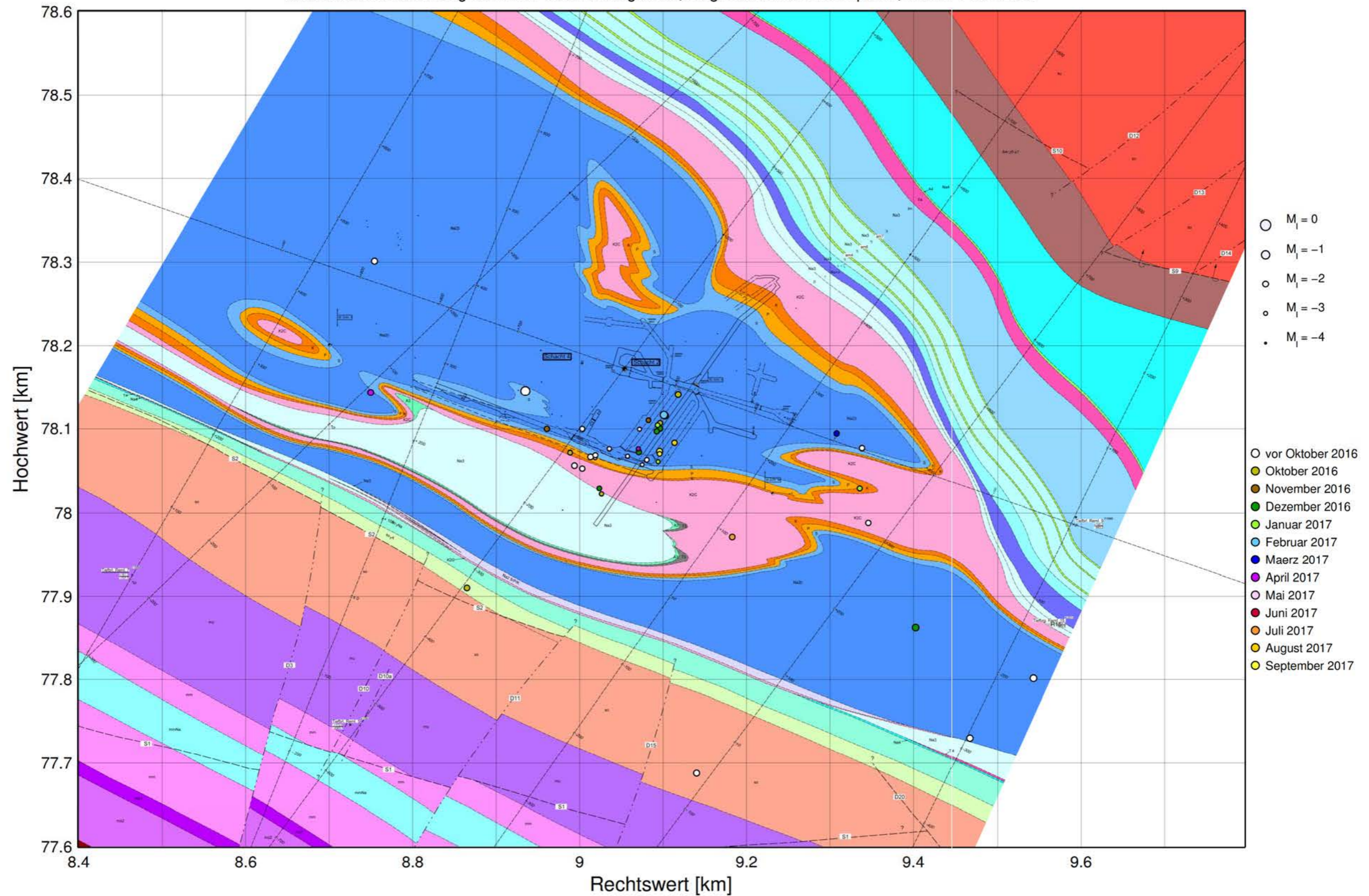
### Mikroseismizität im Bereich der 825-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 825-m-Sohle (-618.0 mNN bis -643.0 mNN): 77 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



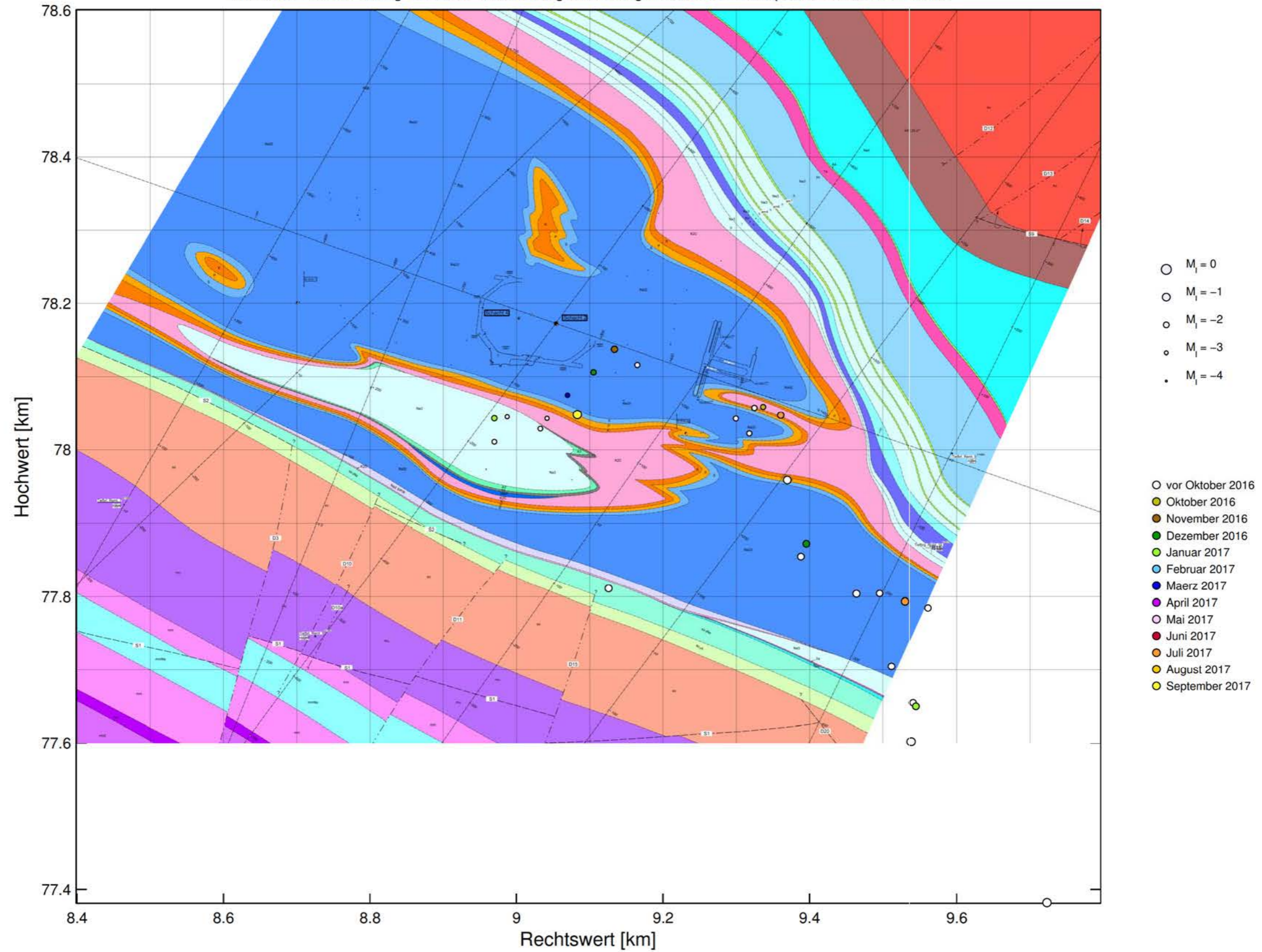
### Mikroseismizität im Bereich der 850-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 850-m-Sohle (-643.0 mNN bis -668.0 mNN): 42 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



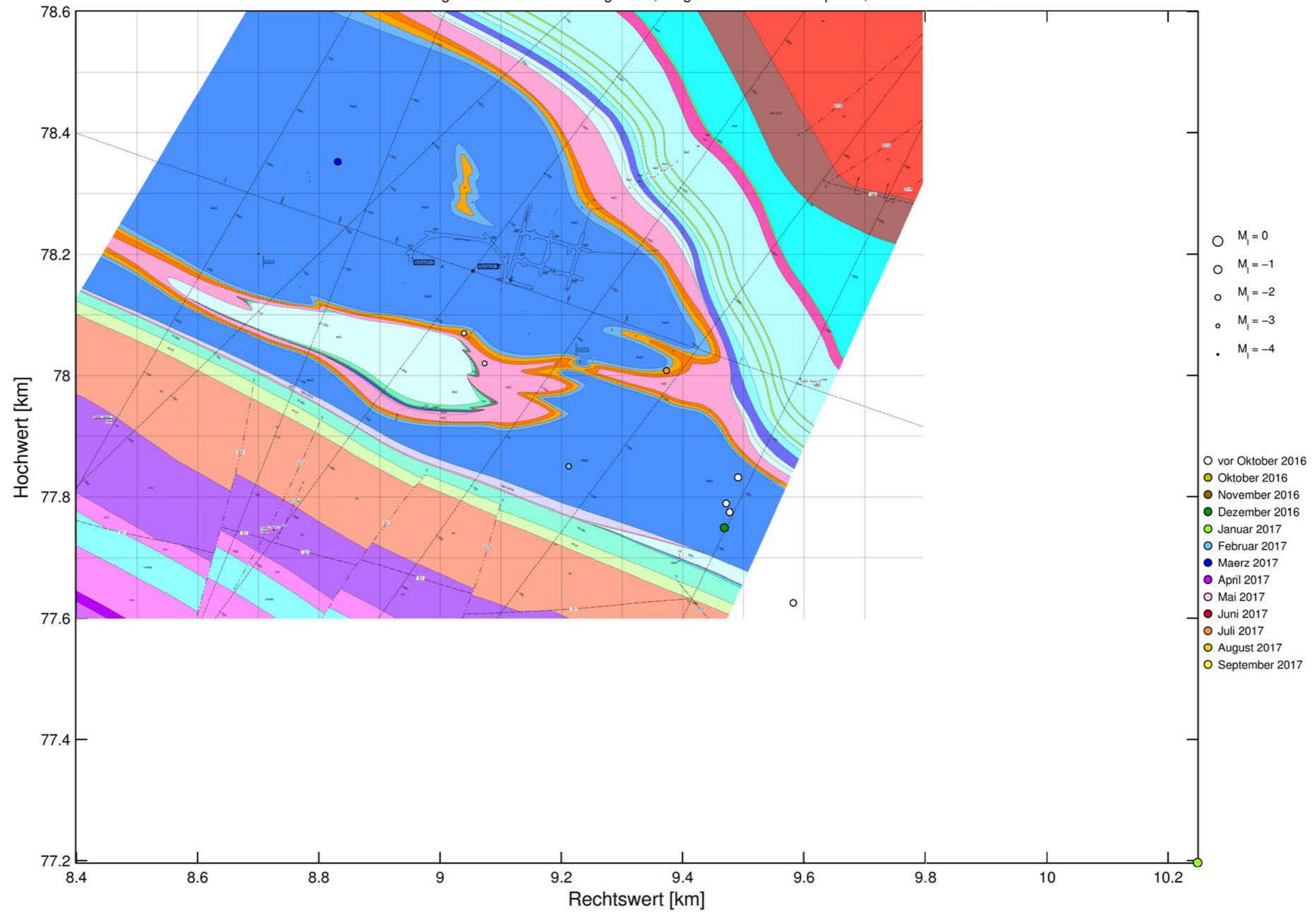
### Mikroseismizität im Bereich der 875-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 875-m-Sohle (-668.0 mNN bis -693.0 mNN): 28 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



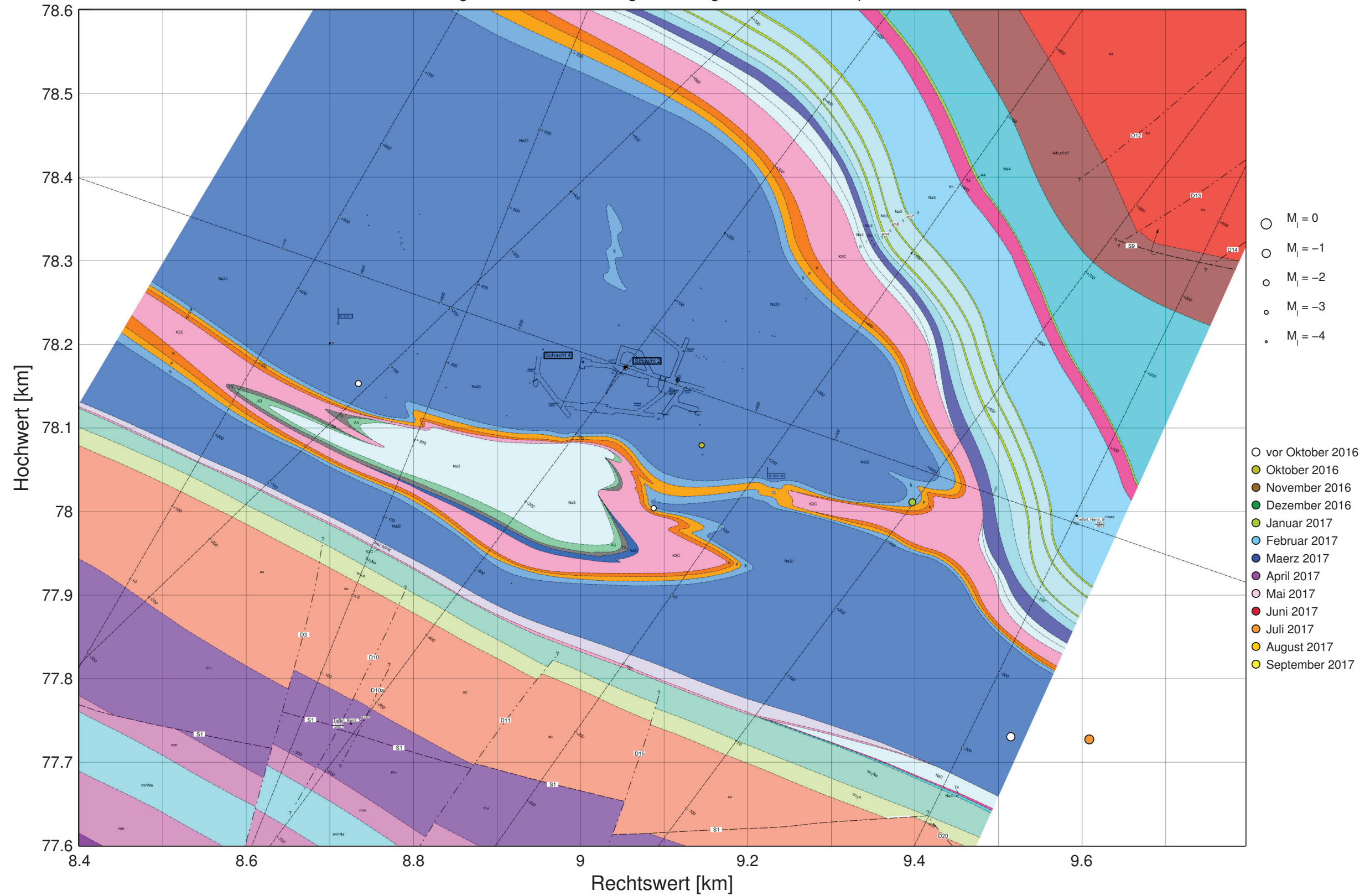
### Mikroseismizität im Bereich der 900-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 900-m-Sohle (-693.0 mNN bis -718.0 mNN): 11 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



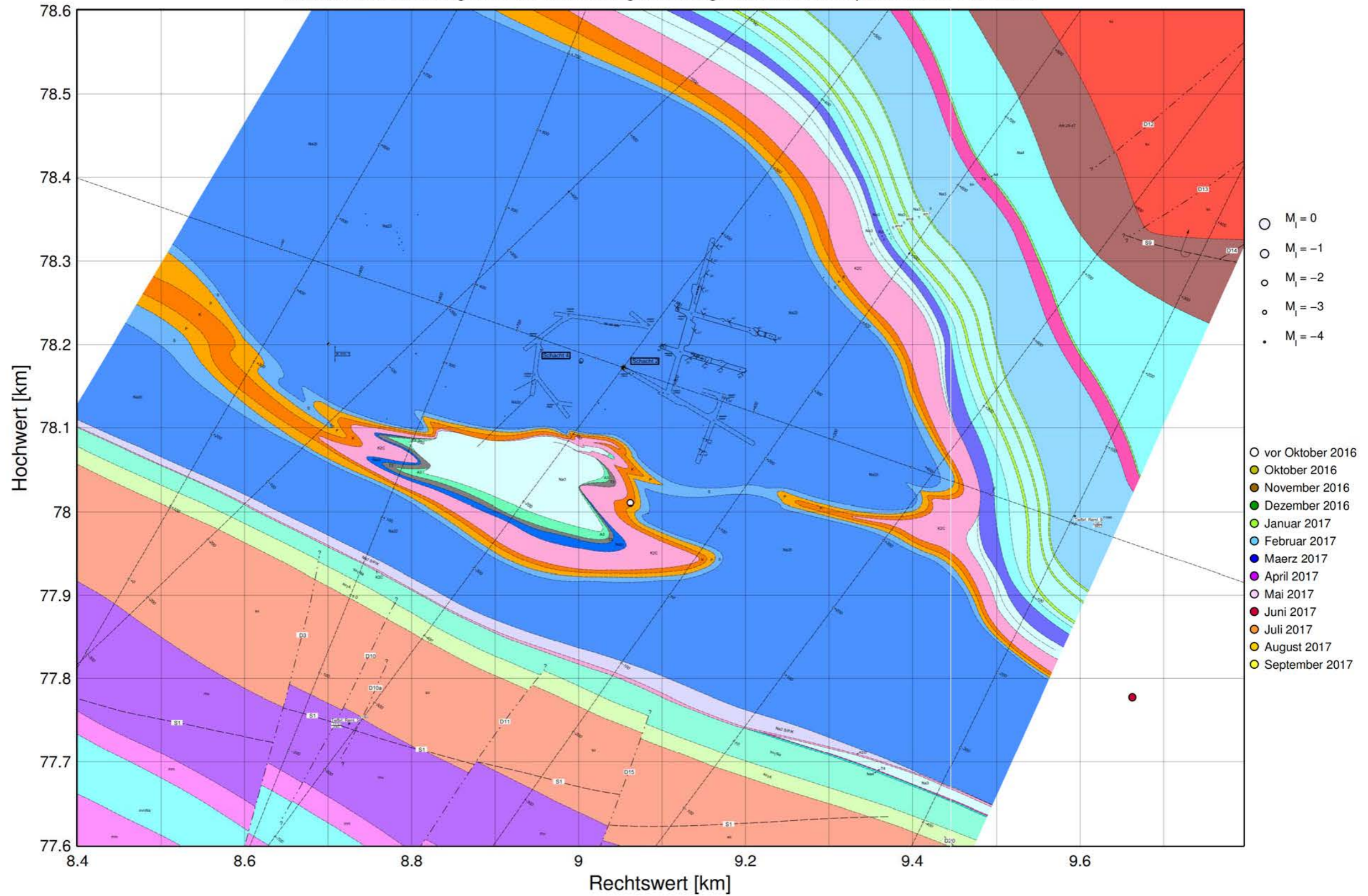
### Mikroseismizität im Bereich der 925-m-Sohle

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 925-m-Sohle (-718.0 mNN bis -743.0 mNN): 6 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



### Mikroseismizität im Bereich der 950-m-Sohle

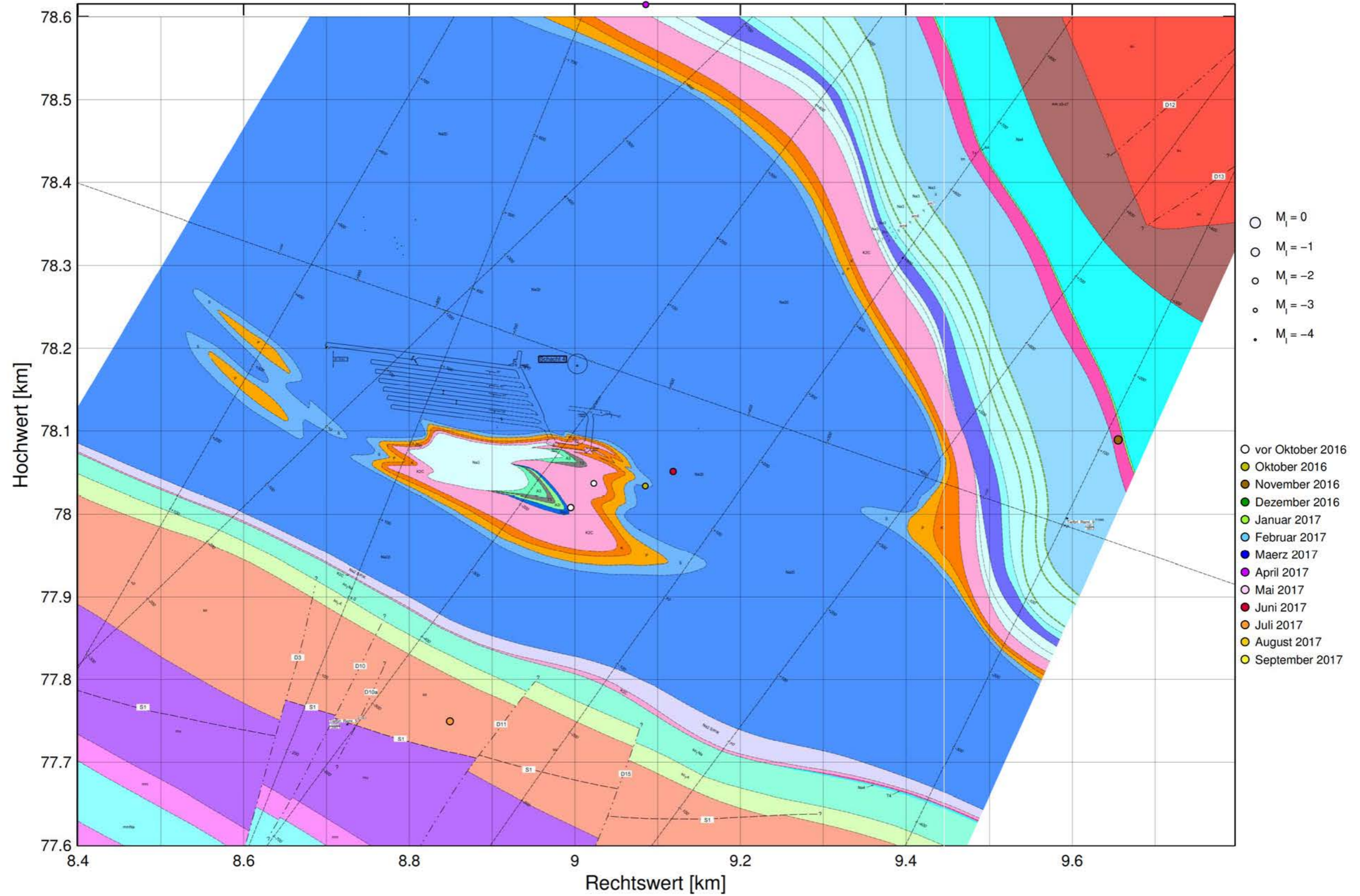
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 950-m-Sohle (-743.0 mNN bis -768.0 mNN): 2 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018





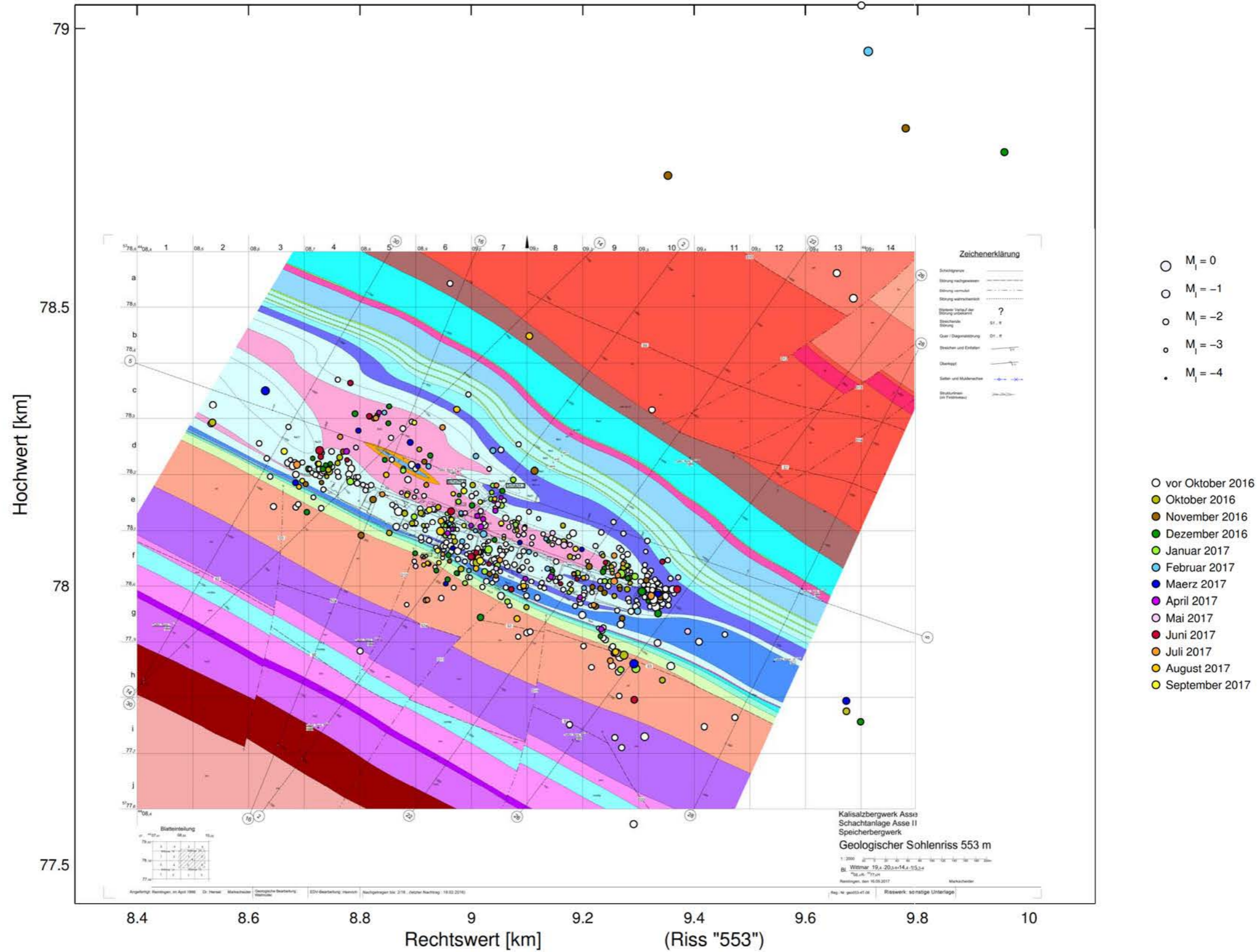
### Mikroseismizität im Bereich der 975-m-Sohle und tiefer

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich 975-m-Sohle und tiefer (<-768.0 mNN): 7 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 11.01.2018



### Laterale Verteilung der Ereignisse oberhalb der 700-m-Sohle

Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Ereignisse im Bereich der 679-m-Sohle und hoeher: 639 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 25.04.2018

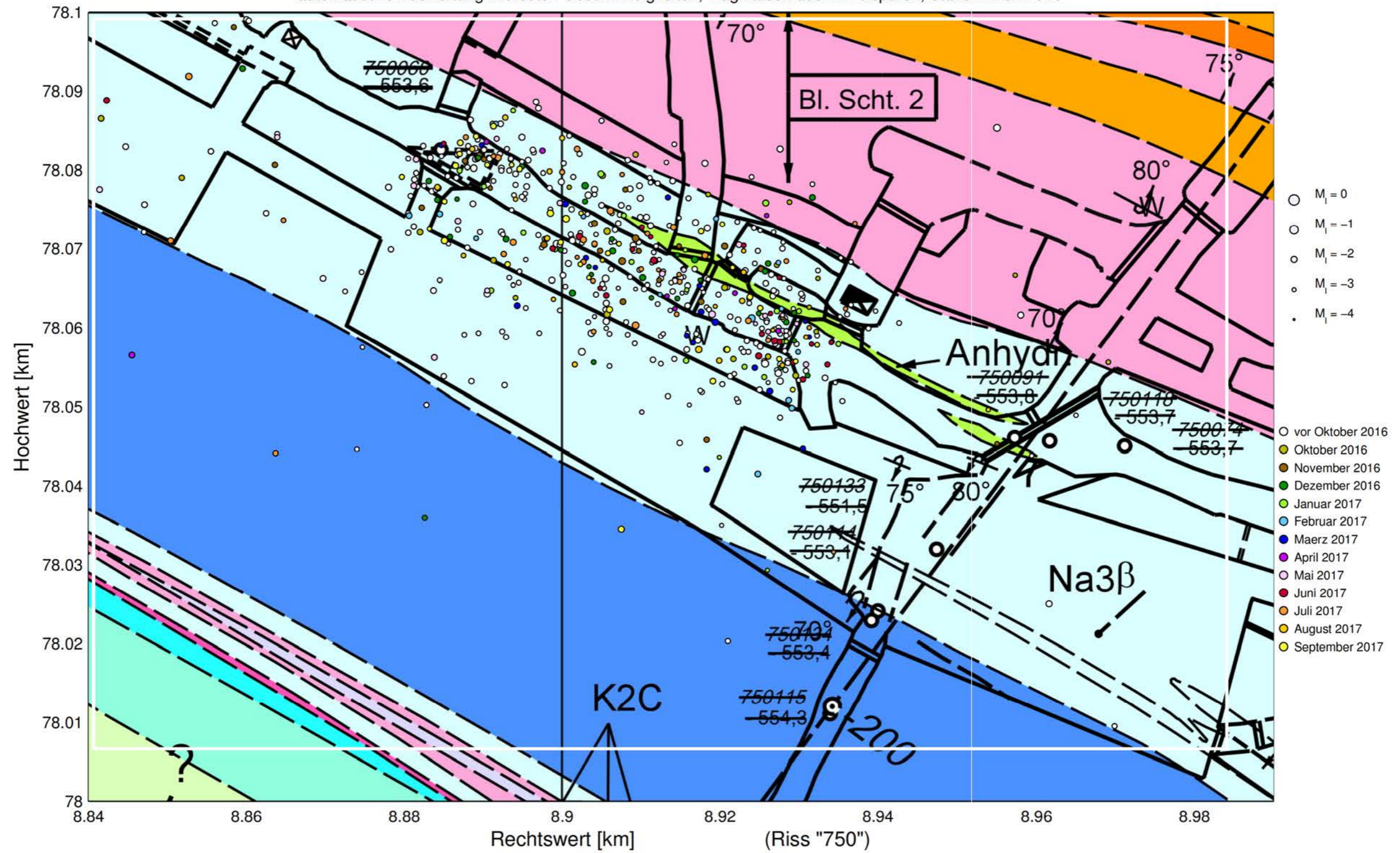




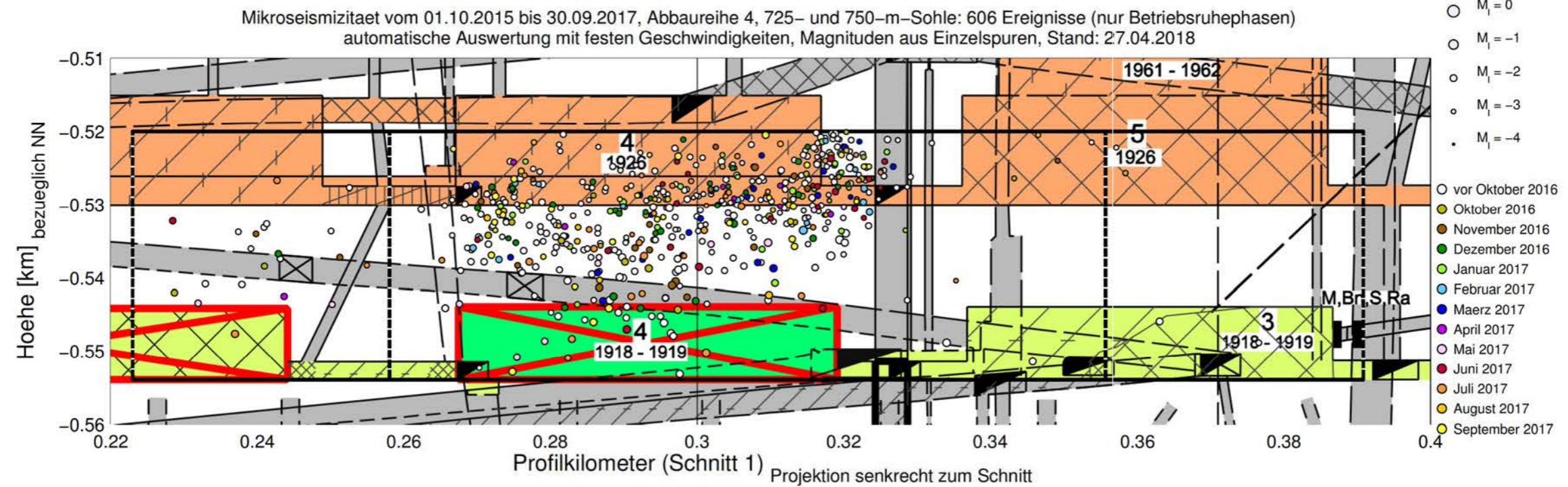
**Anhang 5.15: Cluster bei ELK 4/750**

**Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle**

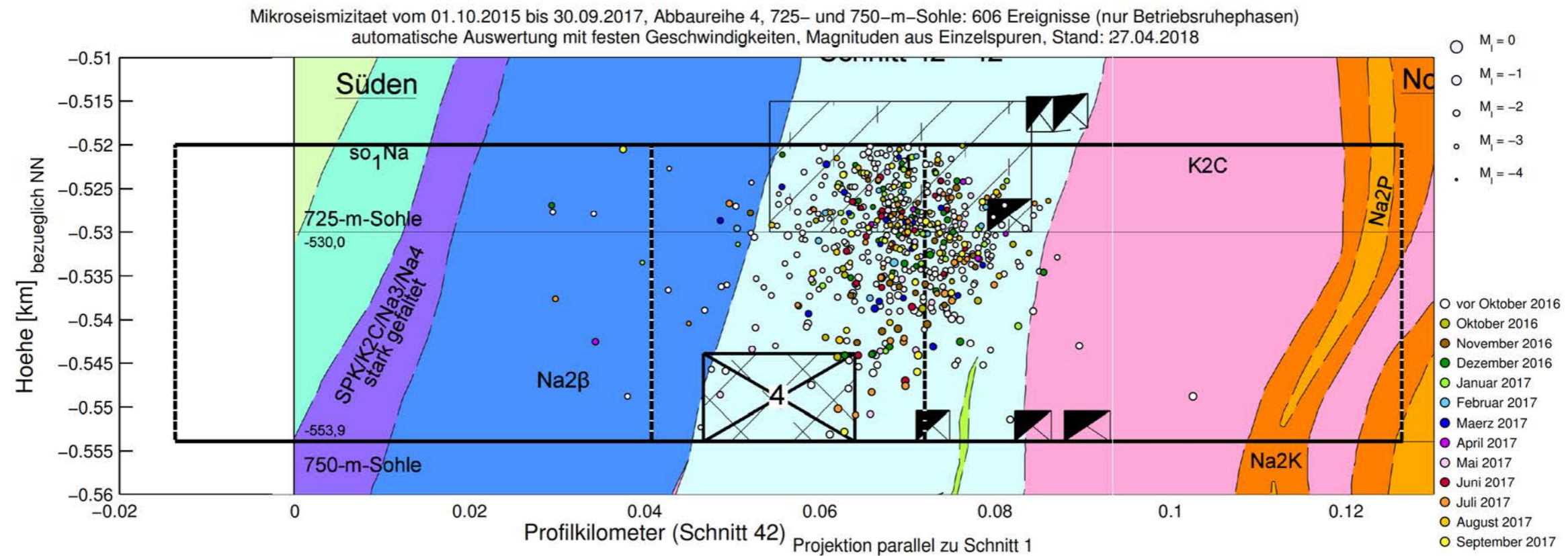
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Abbaureihe 4, 725- und 750-m-Sohle: 606 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 27.04.2018




**Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf Schnitt 1**



**Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf Schnitt 42**

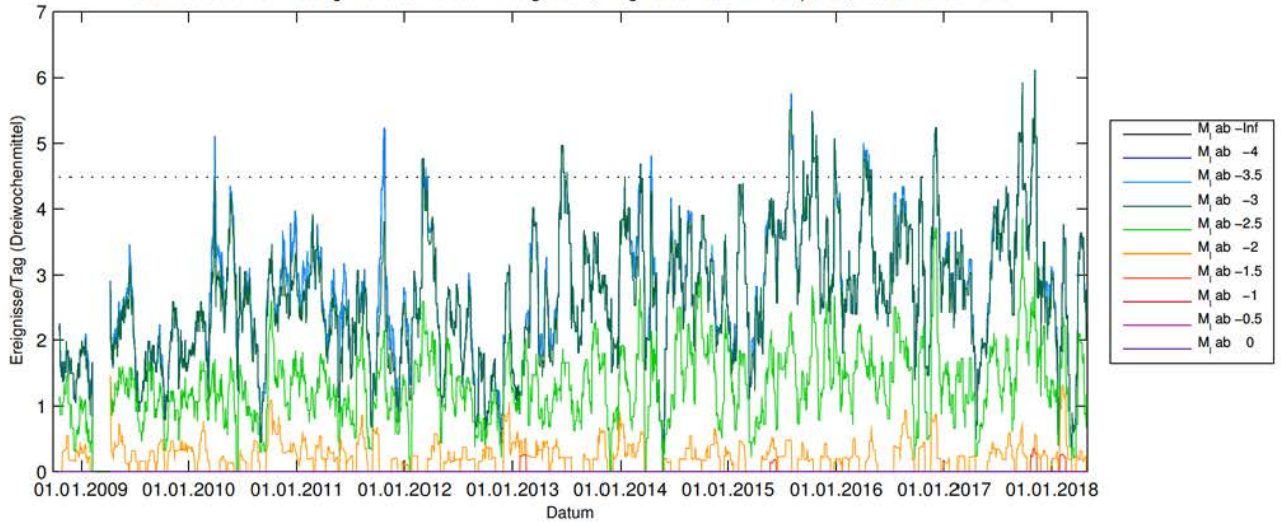


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 332

### Ereignisrate des Clusters bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

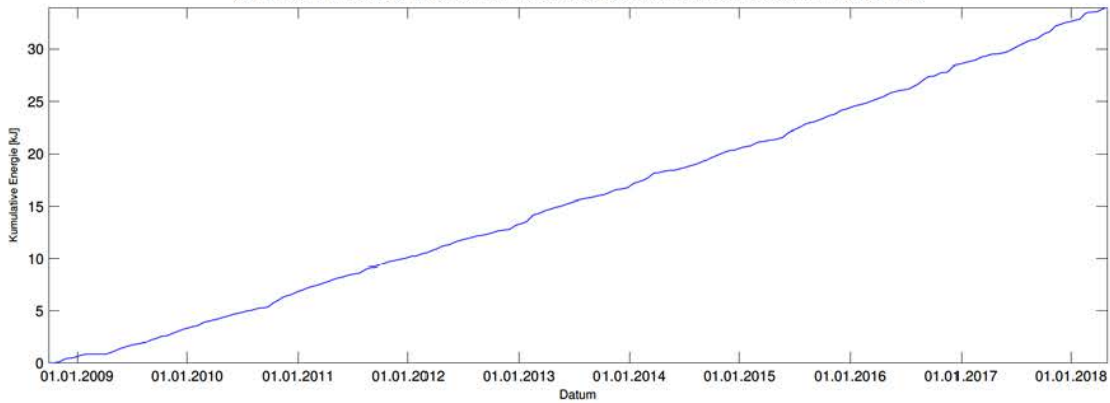
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, Abbaureihe 4, 725- und 750-m-Sohle: 2455 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018



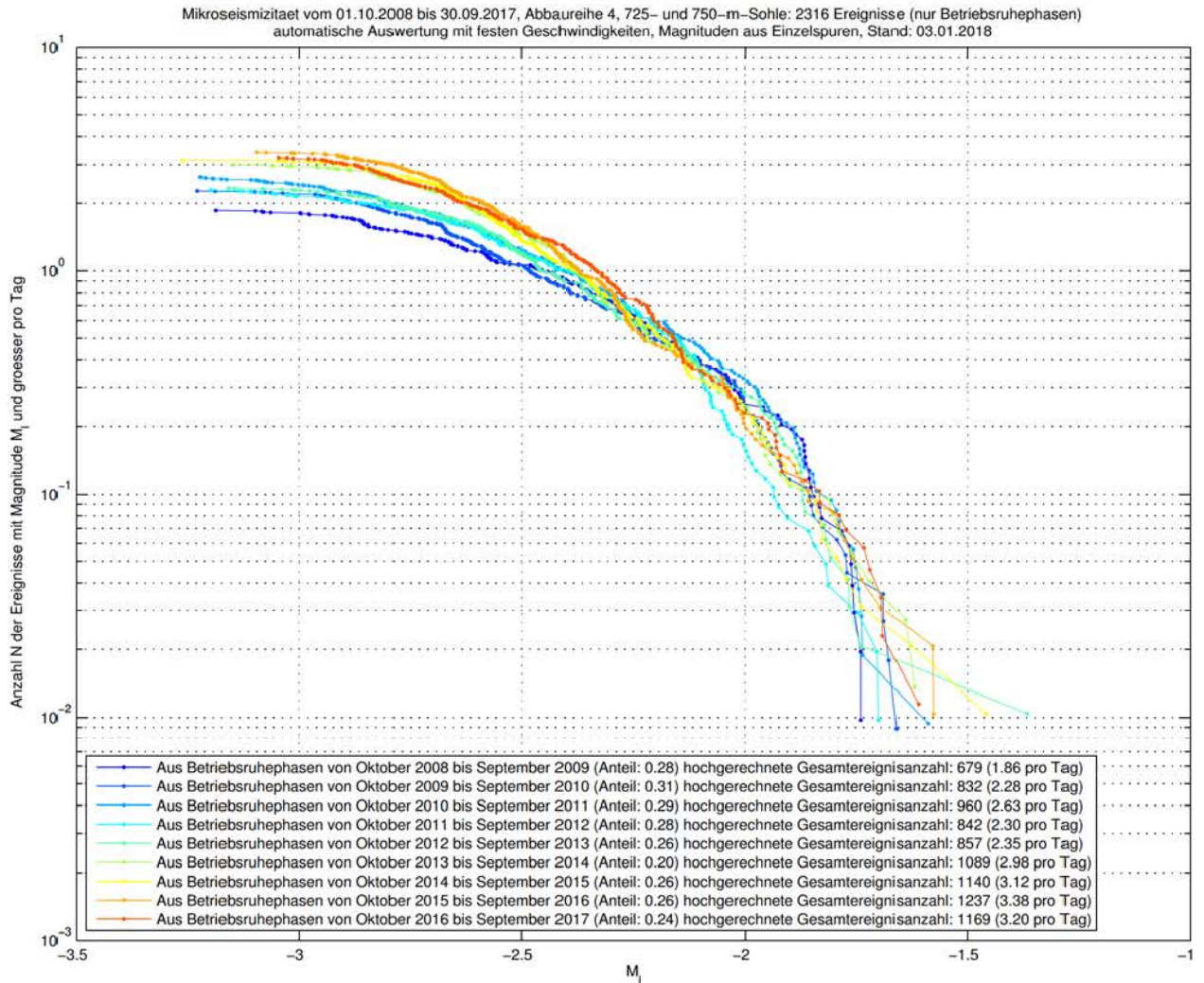
Die gepunktete, schwarze, horizontale Linie wurde analog zum Meldekriterium bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate im Rahmen der Überwachung der FSV (vgl. [39]) berechnet.

### Kumulative Energie des Clusters bei ELK 4/750 hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, Abbaureihe 4, 725- und 750-m-Sohle: 2455 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018

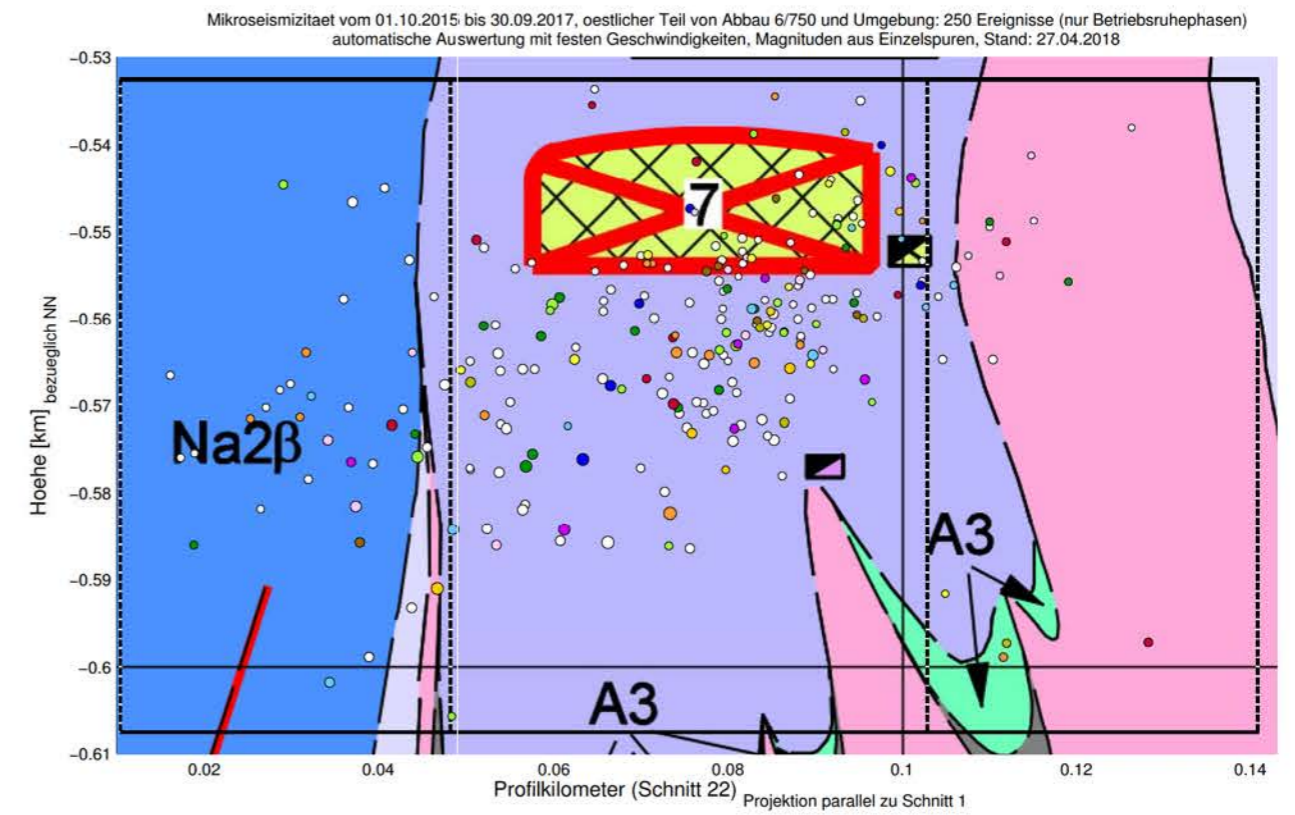
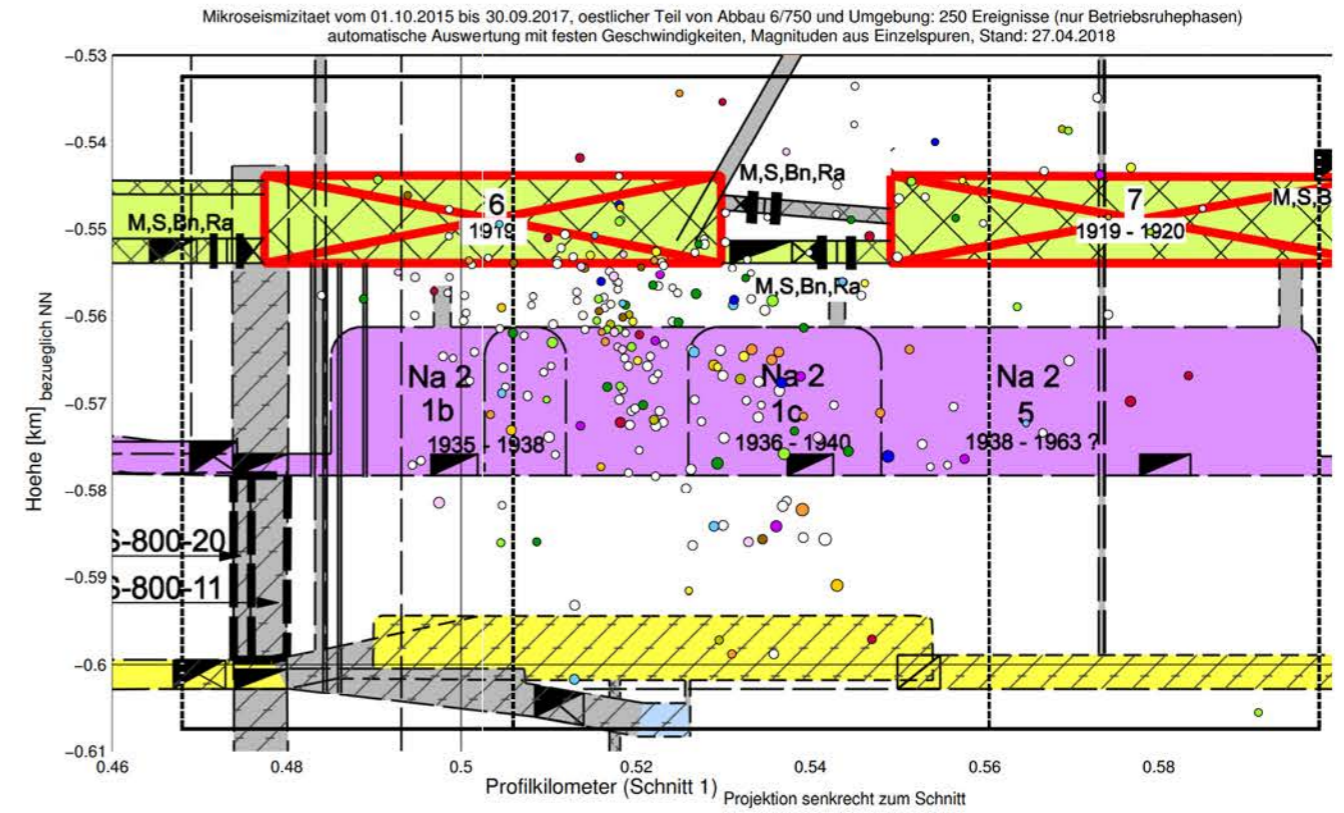
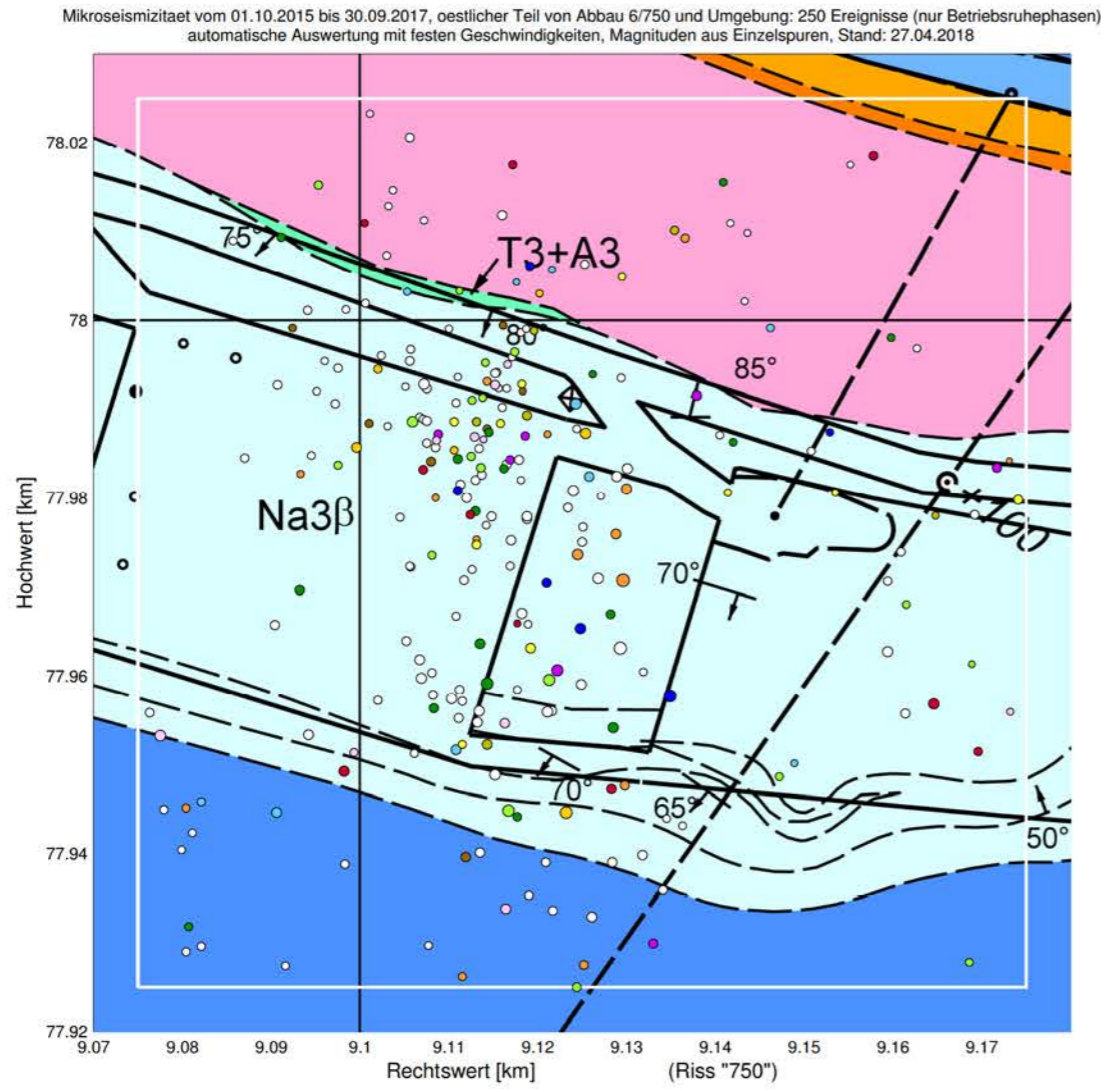


### Magnituden-Häufigkeits-Verteilung des Clusters bei ELK 4/750 von 10/2008 bis 09/2017




### Anhang 5.16: Cluster bei ELK 6/750

#### Mikroseismizität im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle sowie die Schnitte 1 und 22



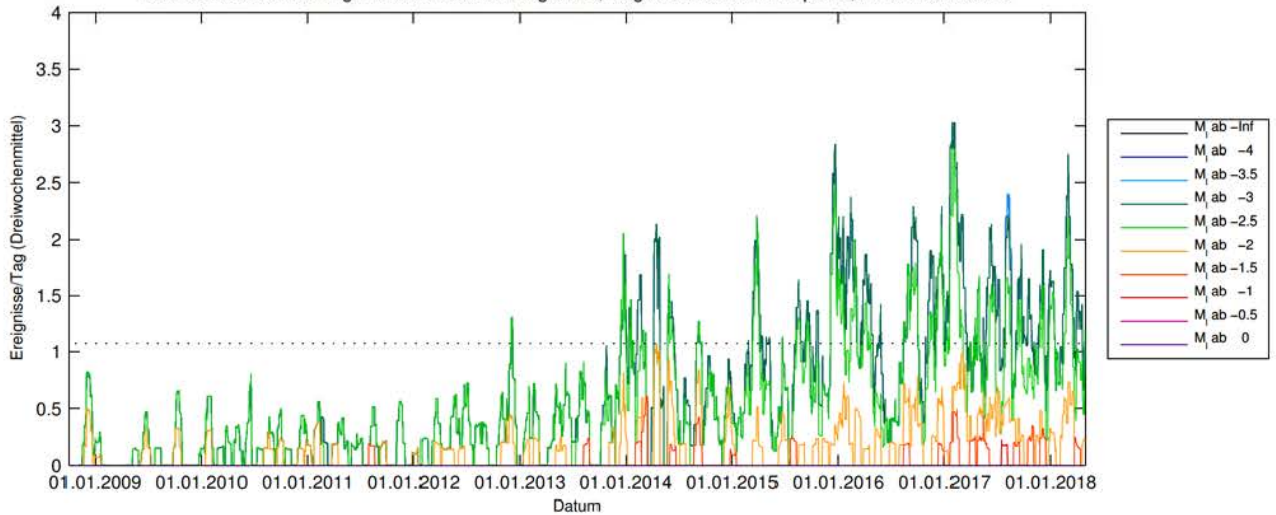


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 335

## Ereignisrate des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

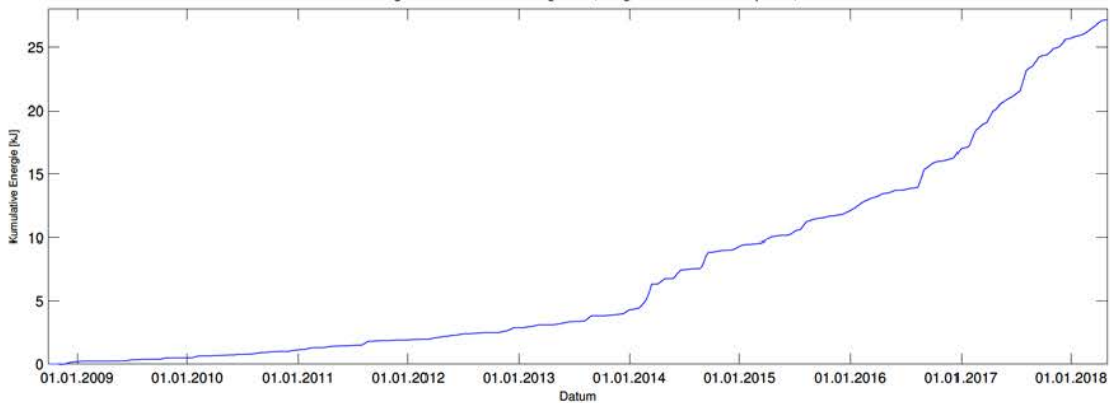
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, oestlicher Teil von Abbau 6/750 und Umgebung: 562 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018



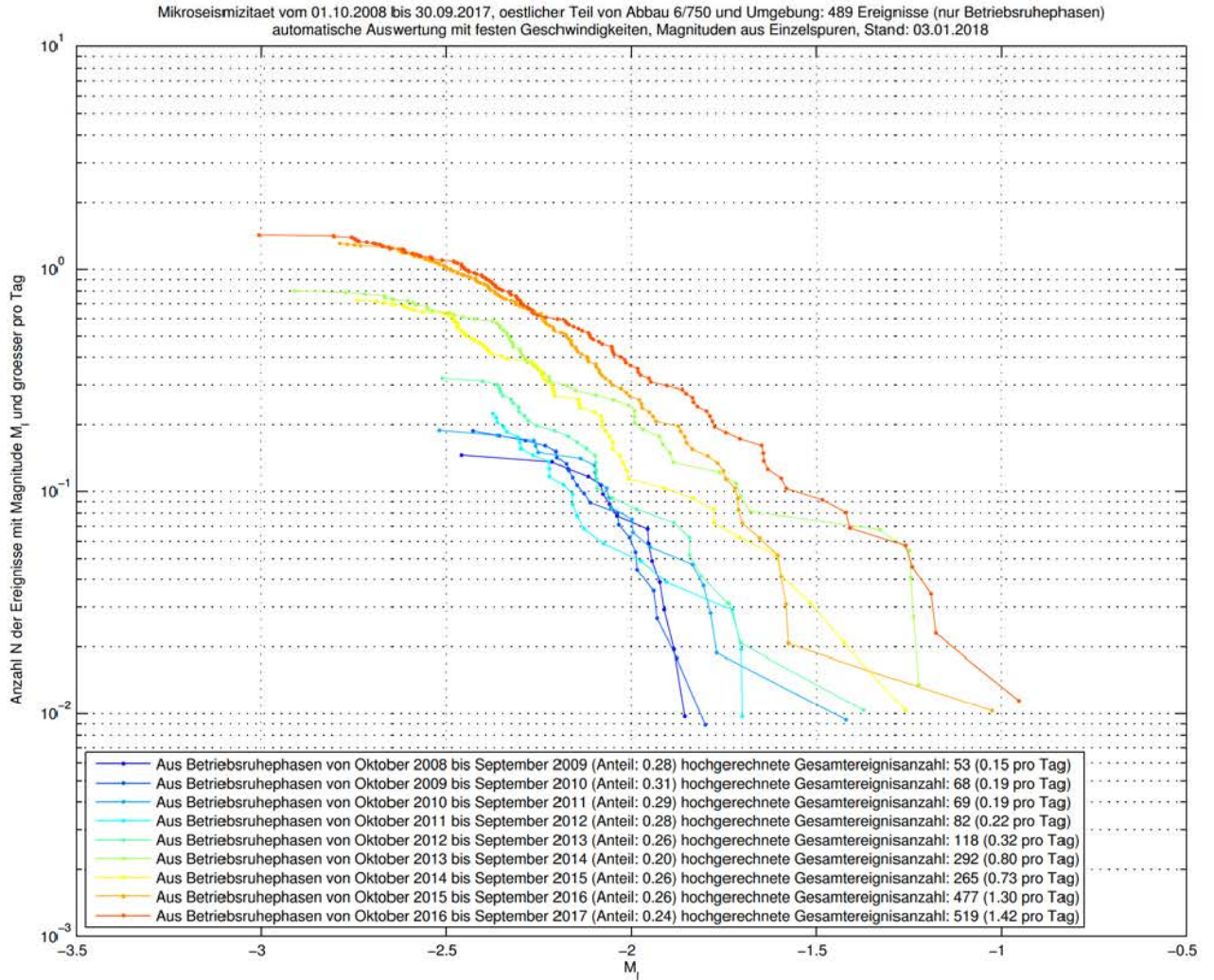
Die gepunktete, schwarze, horizontale Linie wurde analog zum Meldekriterium bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate im Rahmen der Überwachung der FSV (vgl. [39]) berechnet.


## Kumulative Energie des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, oestlicher Teil von Abbau 6/750 und Umgebung: 562 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018



## Entwicklung der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 von 10/2008 bis 09/2017

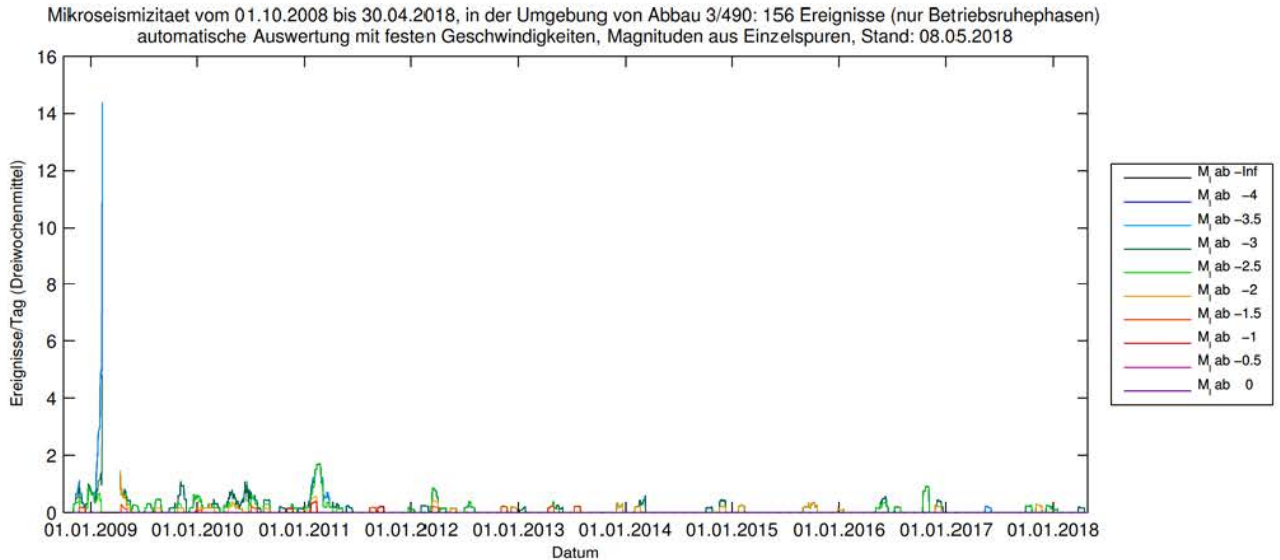


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 337

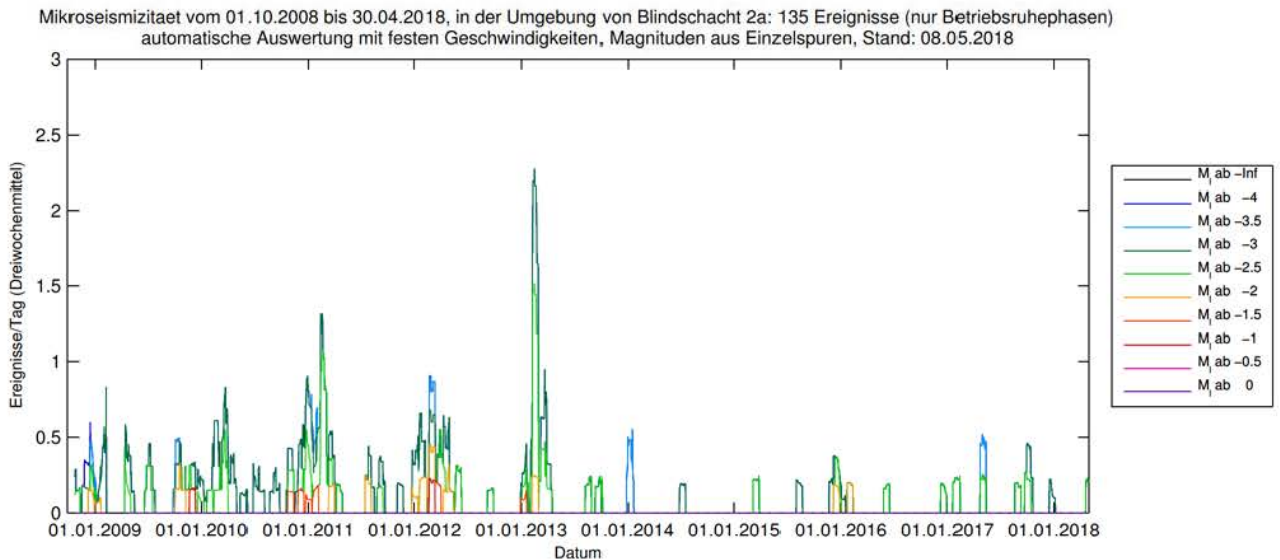
## Anhang 5.17: Mikroseismizität bei Abbau 3/490, beim Blindschacht 2a und am zentralen oberen Baufeldrand

### Ereignisrate bei Abbau 3/490 in Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



Die genaue Begrenzung des Gebiets für das die Ereignisraten berechnet wurden ist in [21] dargestellt.

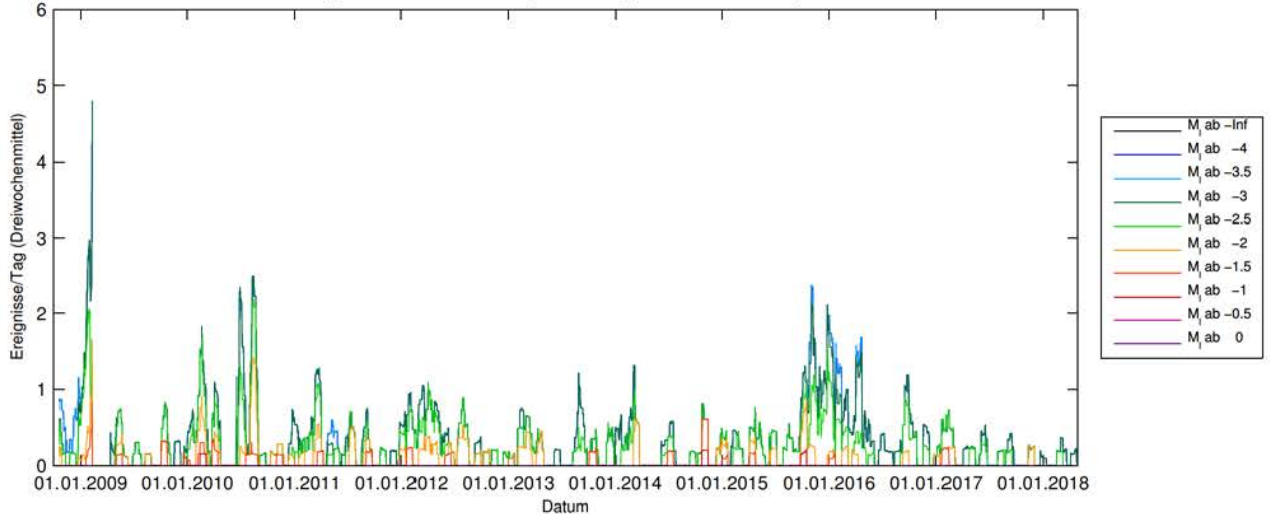
### Ereignisrate bei Blindschacht 2a in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



Die genaue Begrenzung des Gebiets für das die Ereignisraten berechnet wurden ist in [21] dargestellt.

## Ereignisrate am zentralen oberen Baufeldrand in Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

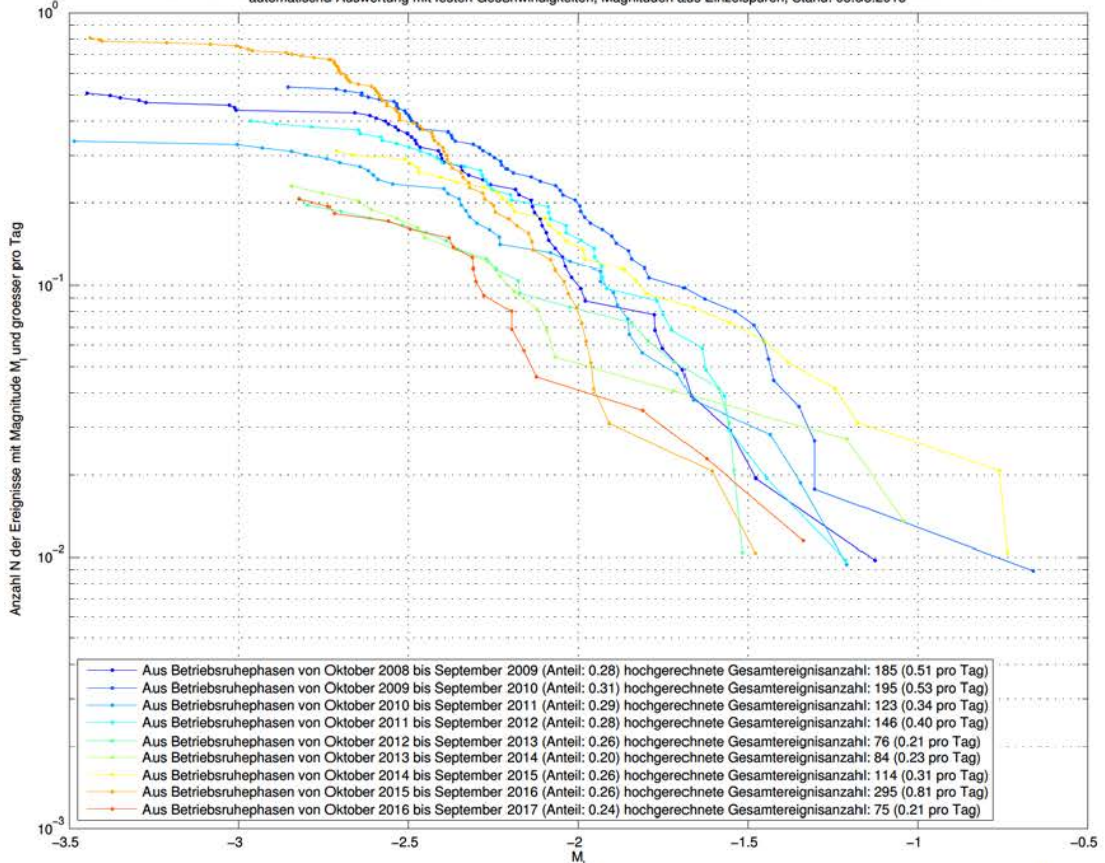
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, am zentralen suedlichen oberen Baufeldrand: 357 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018




Die genaue Begrenzung des Gebiets für das die Ereignisraten berechnet wurden ist in [21] dargestellt.

## Magnituden-Häufigkeits-Verteilung am zentralen oberen Baufeldrand von 10/2008 bis 09/2017

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.09.2017, am zentralen suedlichen oberen Baufeldrand: 352 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 05.03.2018



Die genaue Begrenzung des der Berechnung zugrundeliegenden Gebiets ist in [21] dargestellt.

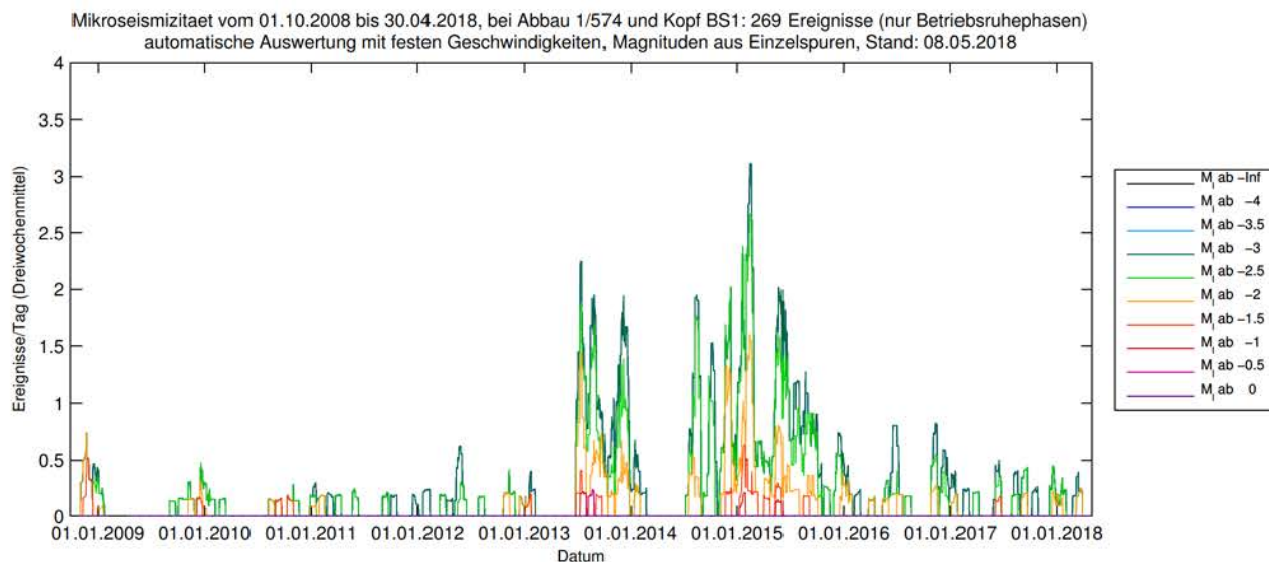
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

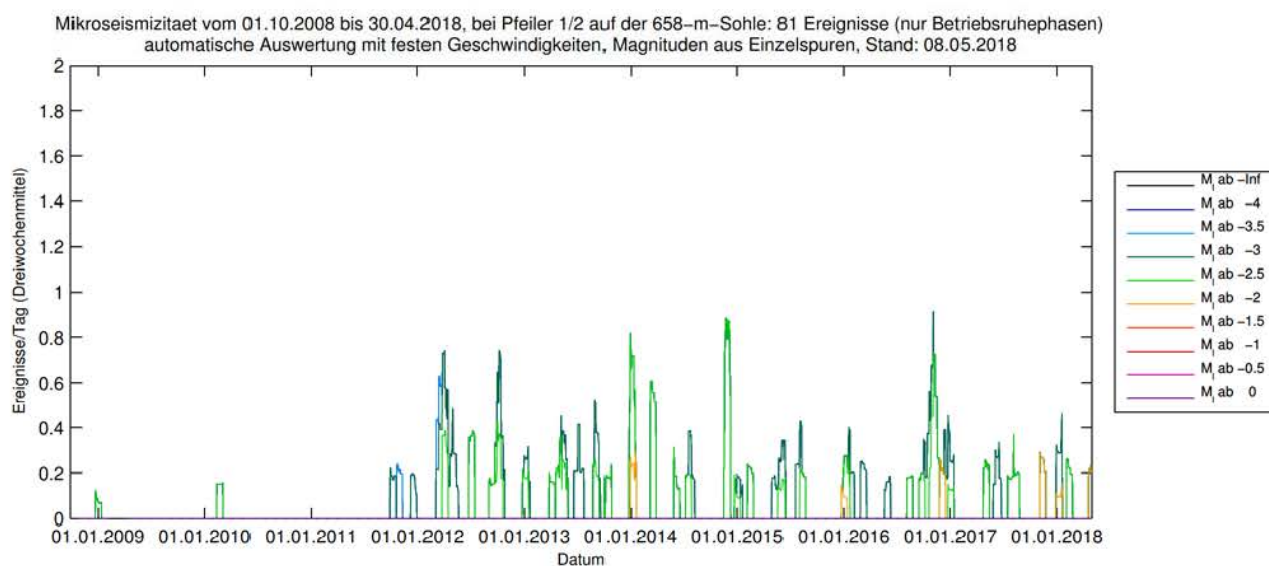
Blatt: 339


## Anhang 5.18: Mikroseismizität am westlichen Baufeldrand (Abbaureihe 1, Blindschacht 1 und Umgebung)

### Ereignisrate bei Abbau 1/574 und seiner Umgebung in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



### Ereignisrate beim Pfeiler 1/2 auf der 658-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



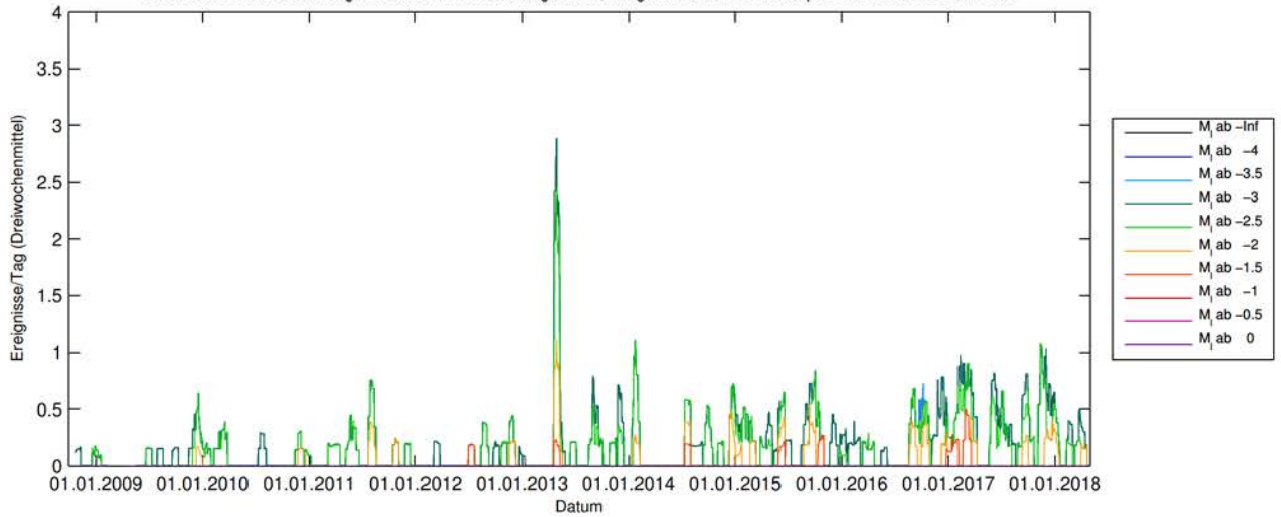
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse


Blatt: 340

## Ereignisrate bei Abbau 1/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, bei Blindschacht 1, 725-m-S. bis 800-m-S.: 173 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018



Die genaue Begrenzung des Gebiets für das die Ereignisraten berechnet wurden ist in [21] dargestellt.

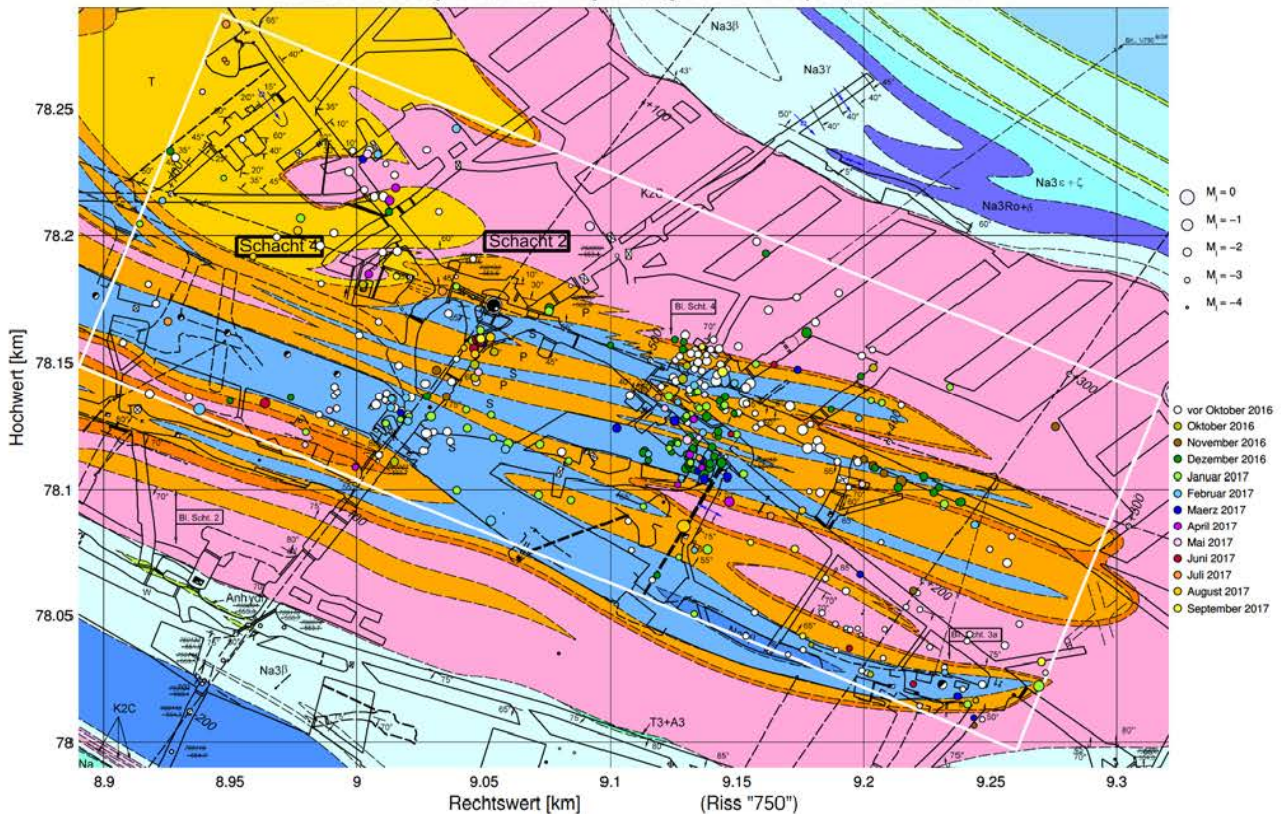
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 341

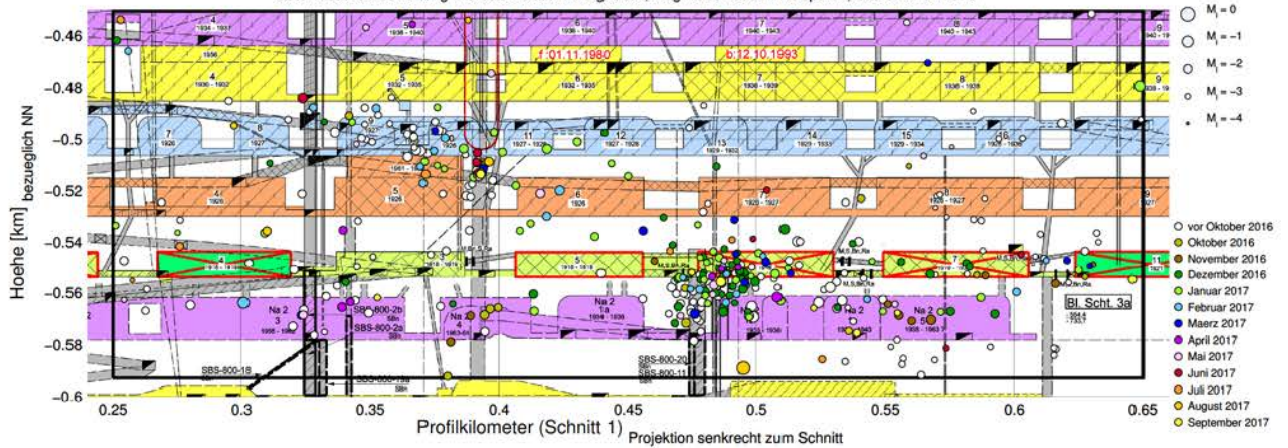
### Anhang 5.19: Mikroseismizität im zentralen und östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle)


#### Ereignisse im zentralen und östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle und Schnitt 1

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 372 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 27.04.2018



Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 372 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 27.04.2018



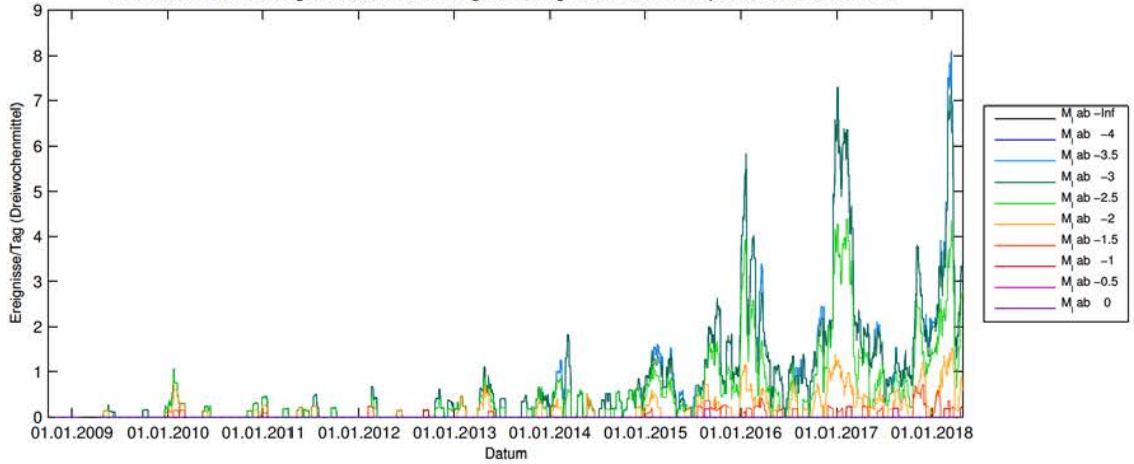
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Blatt: 342
-------------------------------------------------	------------

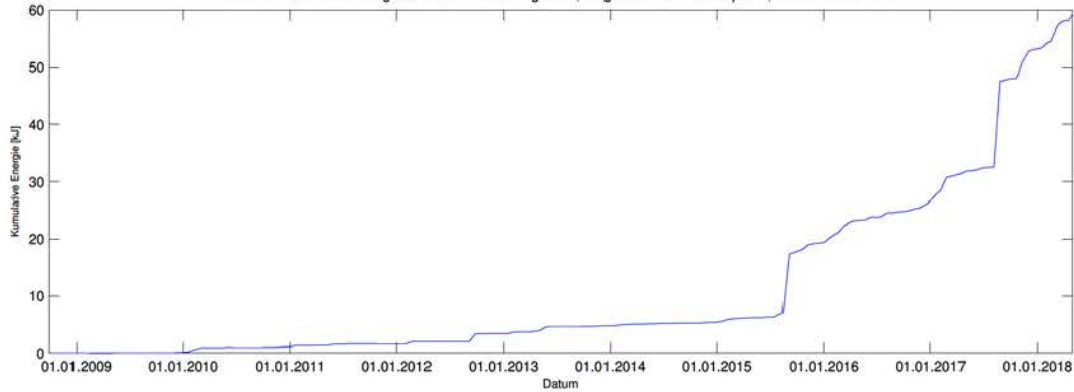
## Ereignisrate im zentralen und östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 04/2018

Mikroseismizität von 01.10.2008 bis 30.04.2018, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 703 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018




## Kumulative Energie im zentralen und östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

Mikroseismizität von 01.10.2008 bis 30.04.2018, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 703 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018

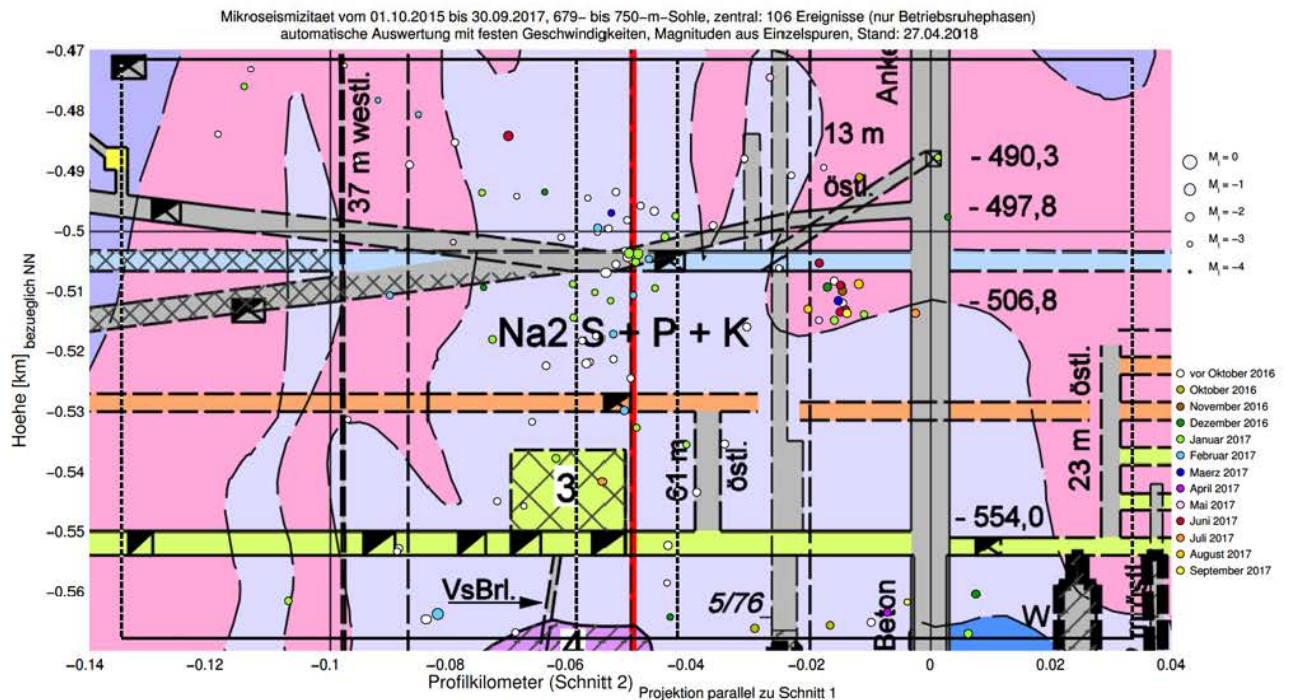
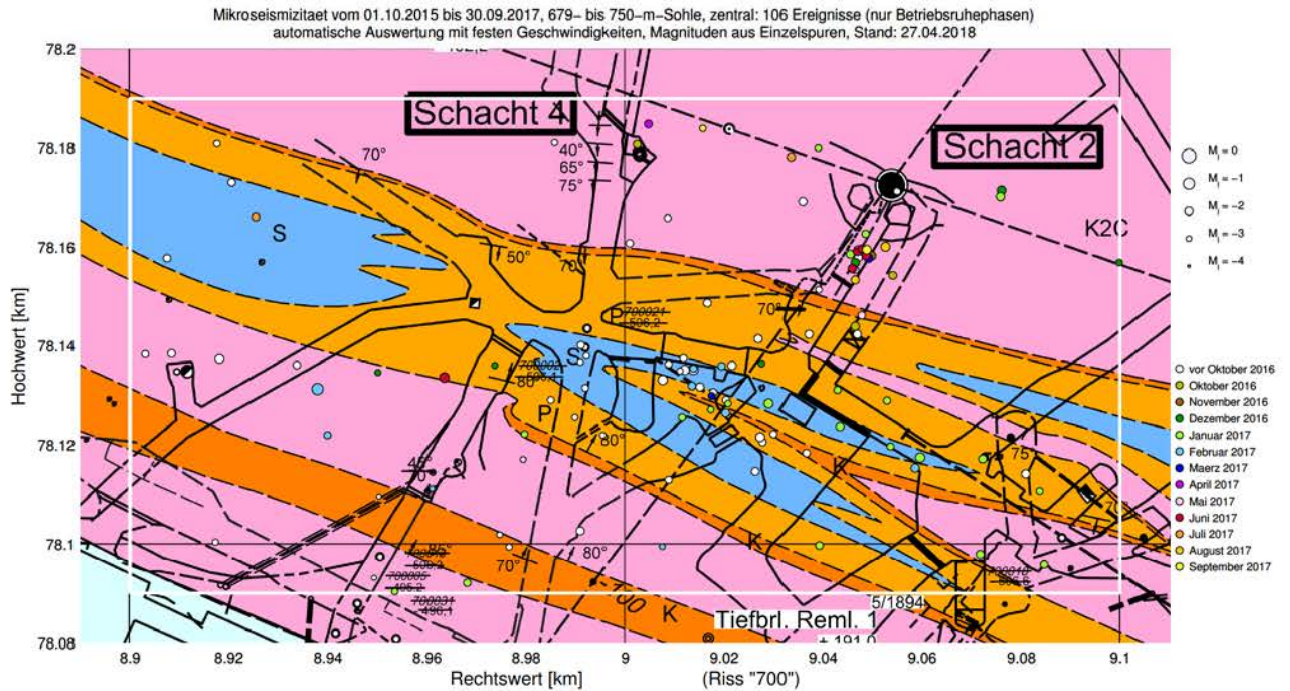





Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 343

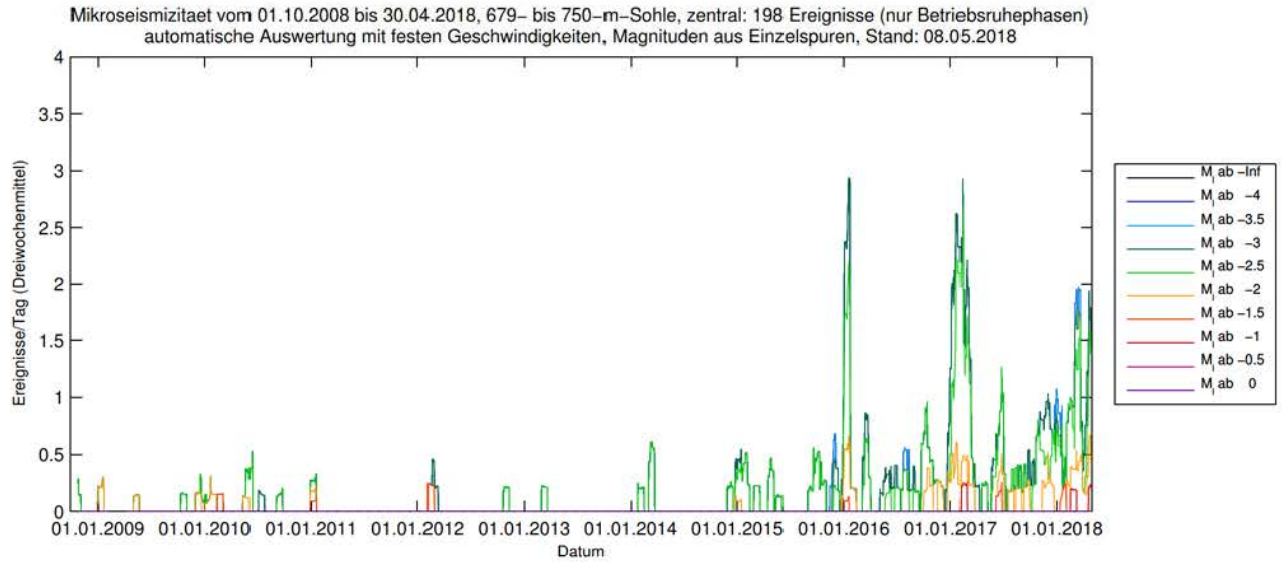
## Ereignisse im zentralen Bereich der 700- bis 750-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf den Riss der 700-m-Sohle und Schnitt 2



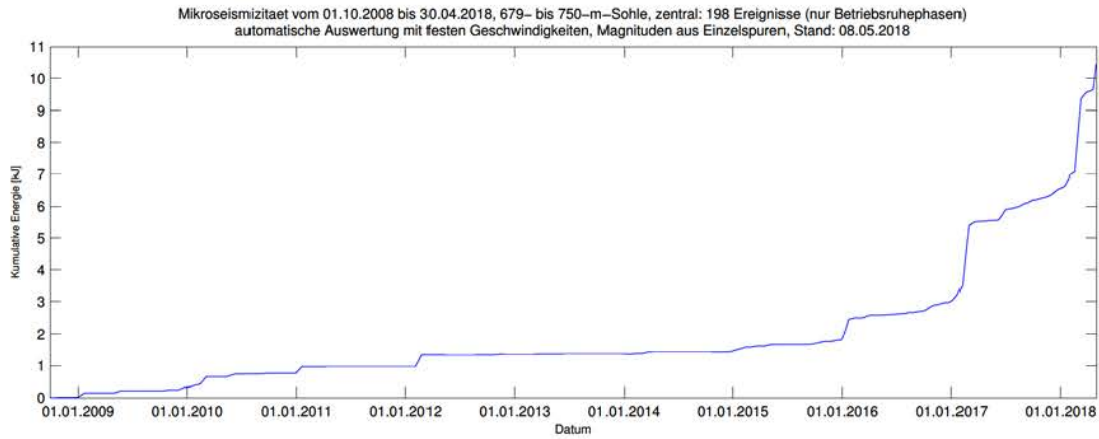
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 344

## Ereignisrate im zentralen Bereich der 700-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

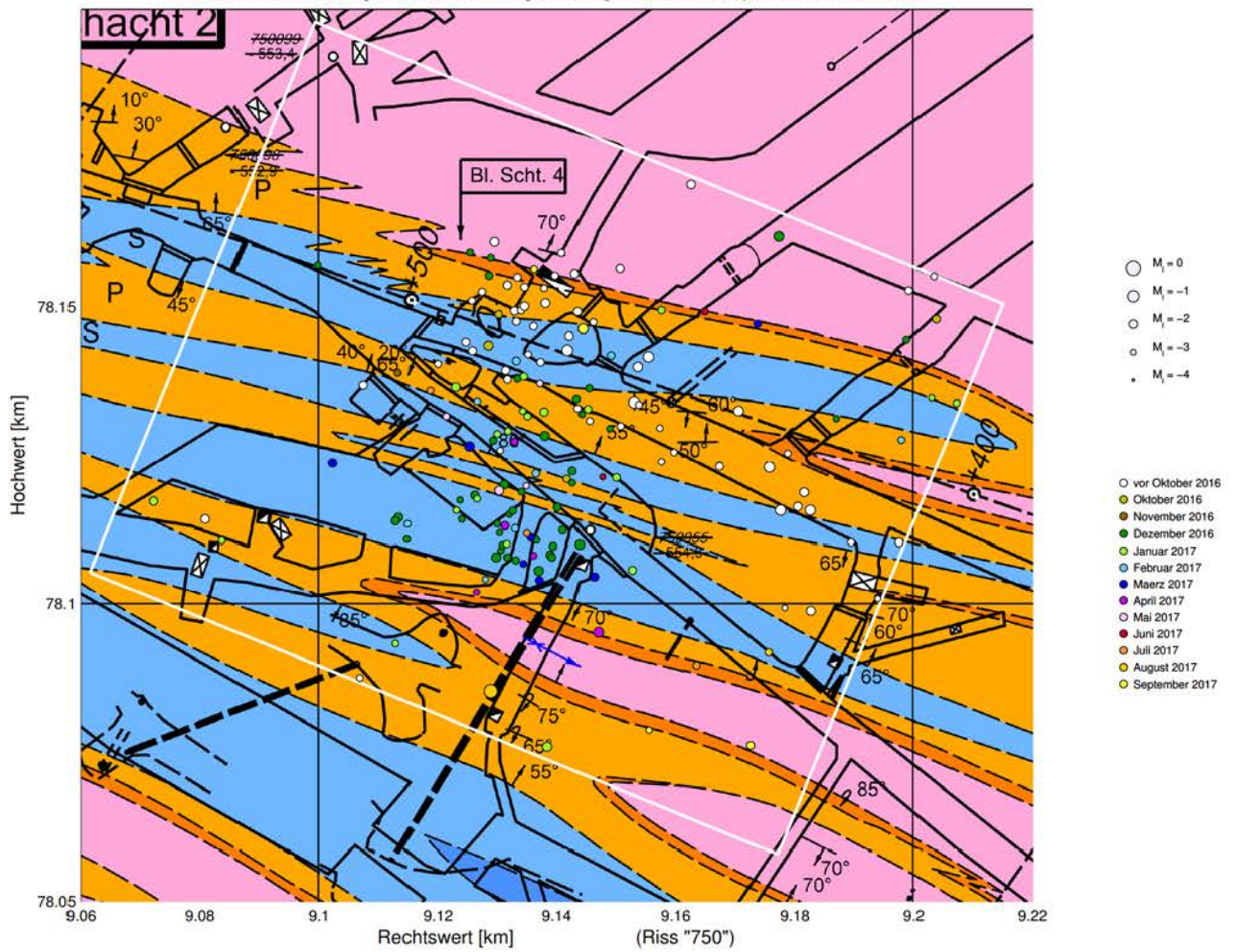


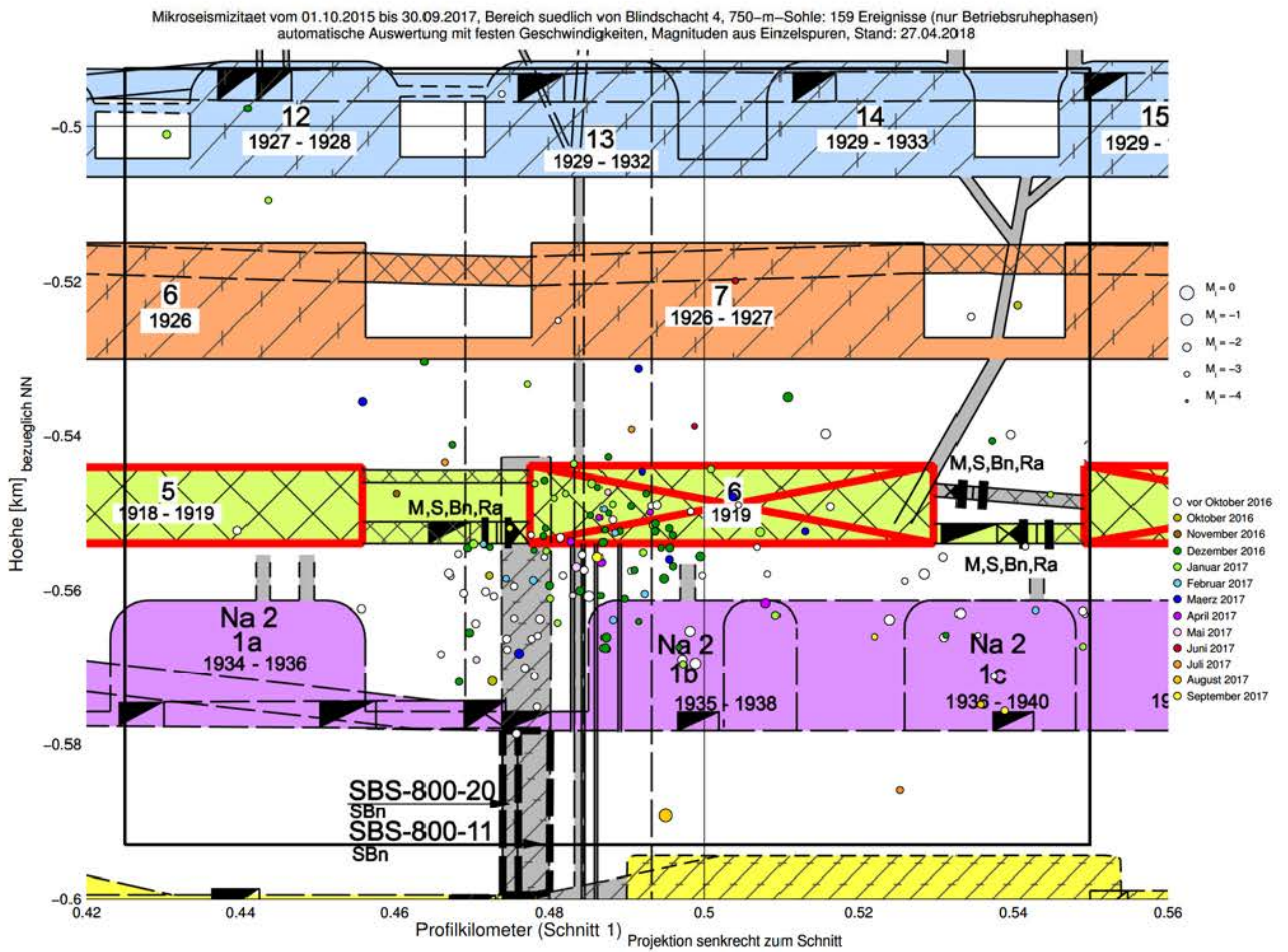
## Kumulative Energie im zentralen Bereich der 700-m-Sohle hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



## Mikroseismizität im Bereich südlich des Blindschachts 4 bei der 750-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle und auf Schnitt 22

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2017, Bereich südlich von Blindschacht 4, 750-m-Sohle: 159 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 27.04.2018



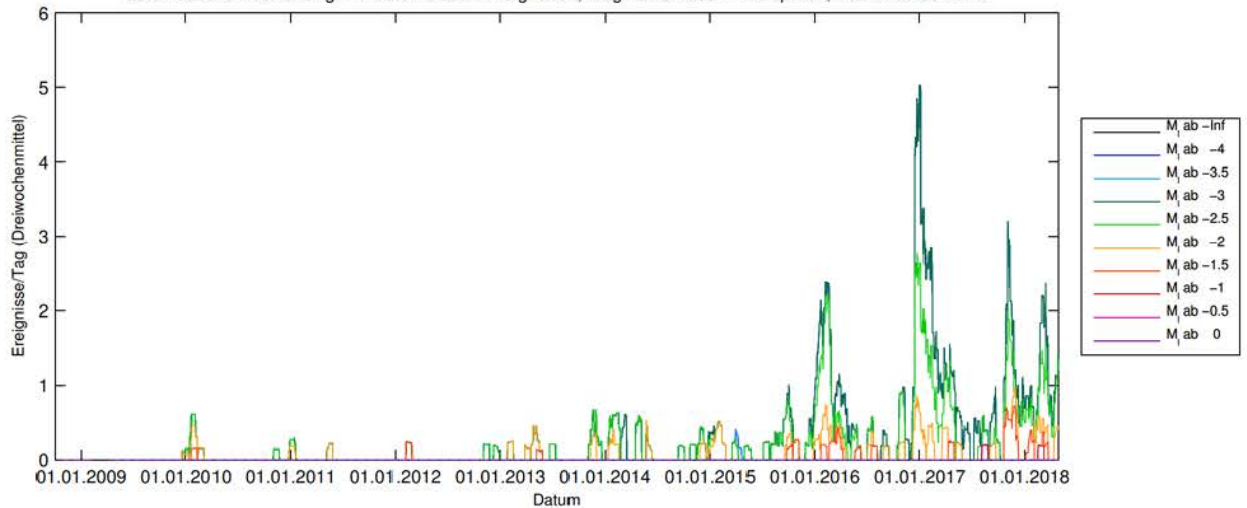


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 347

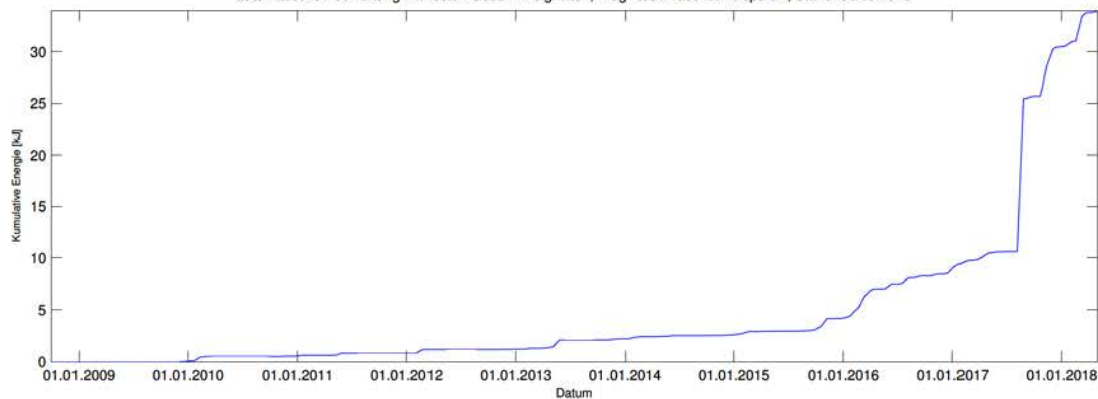
## Ereignisrate im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018


Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, Bereich südlich von Blindschacht 4, 750-m-Sohle: 272 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018



## Kumulative Energie im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle) aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018

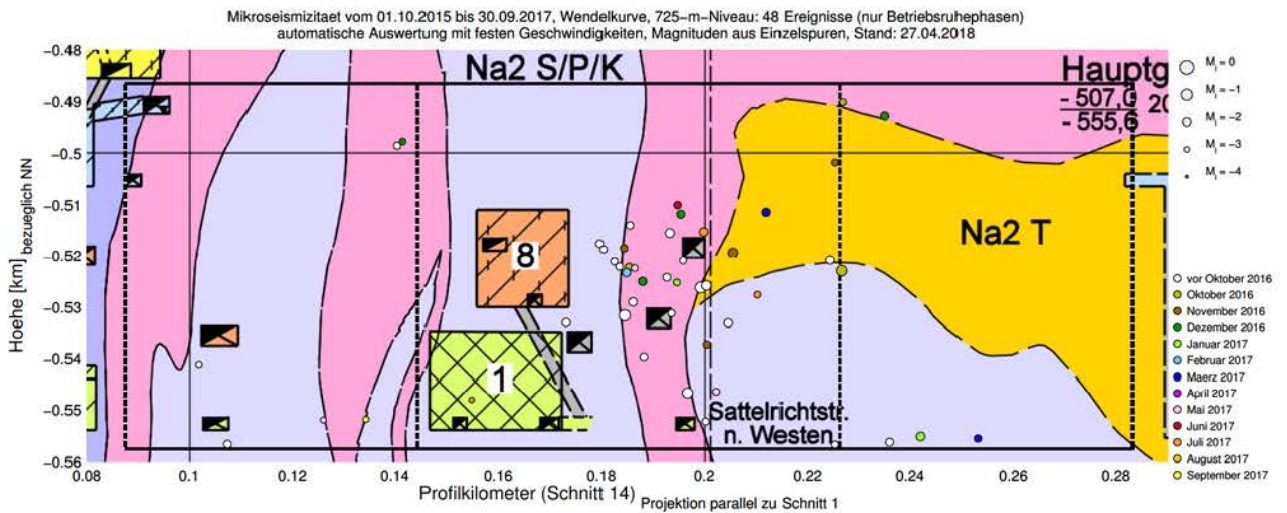
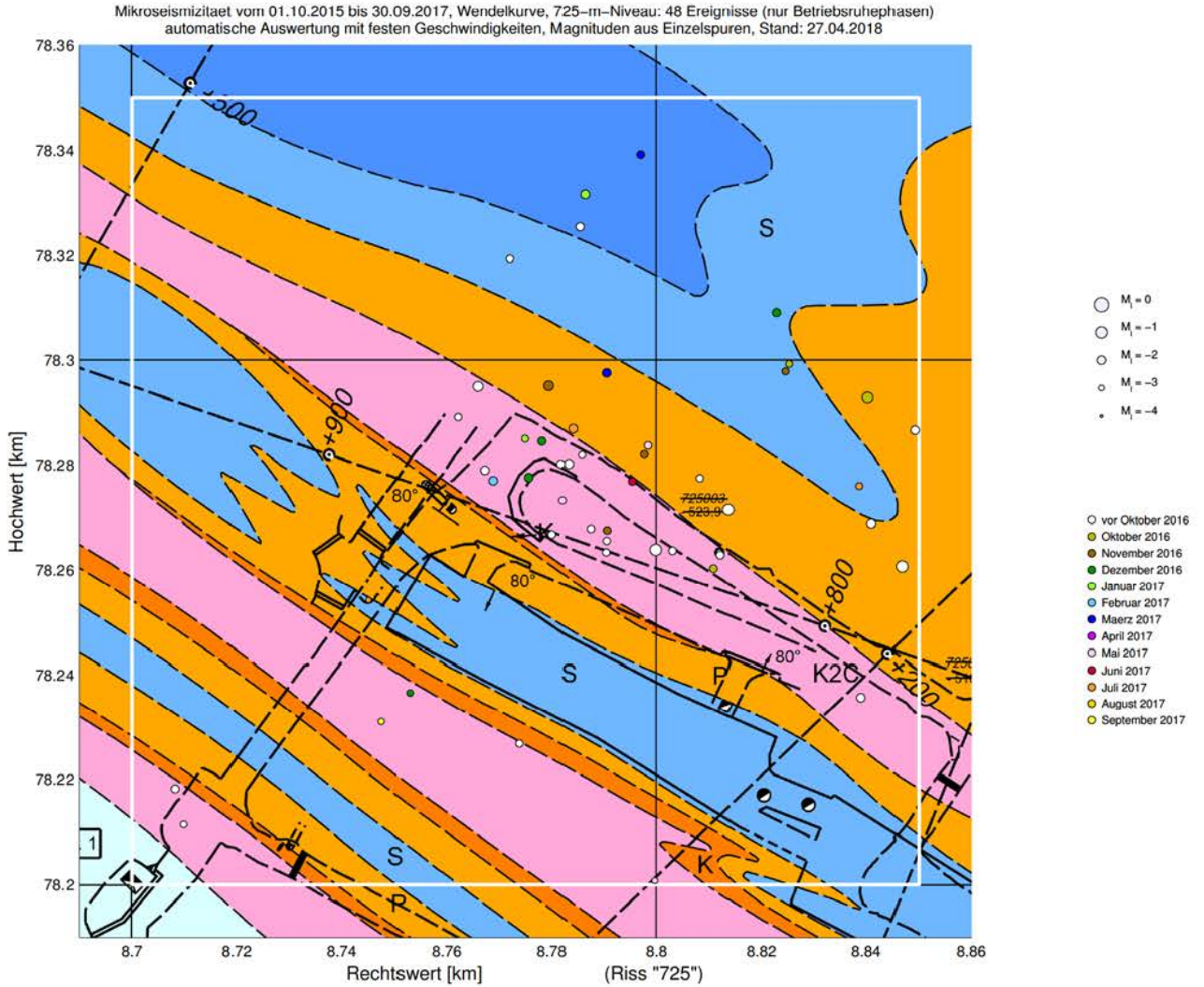
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 30.04.2018, Bereich südlich von Blindschacht 4, 750-m-Sohle: 272 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 08.05.2018




Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 348

### Anhang 5.20: Mikroseismizität bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2)

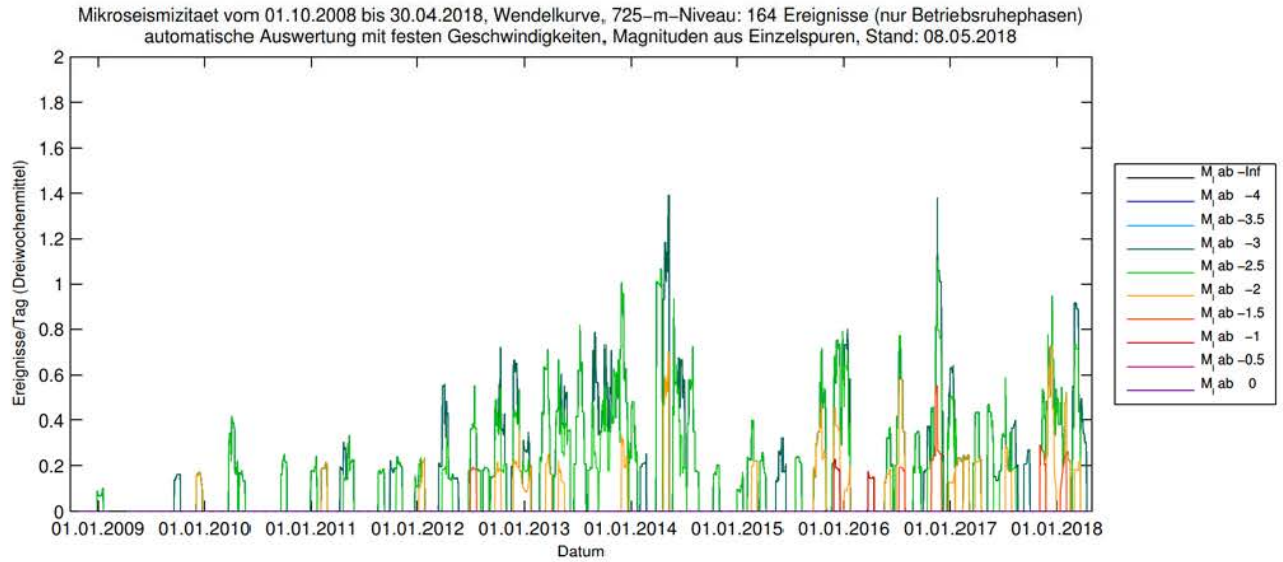


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 349

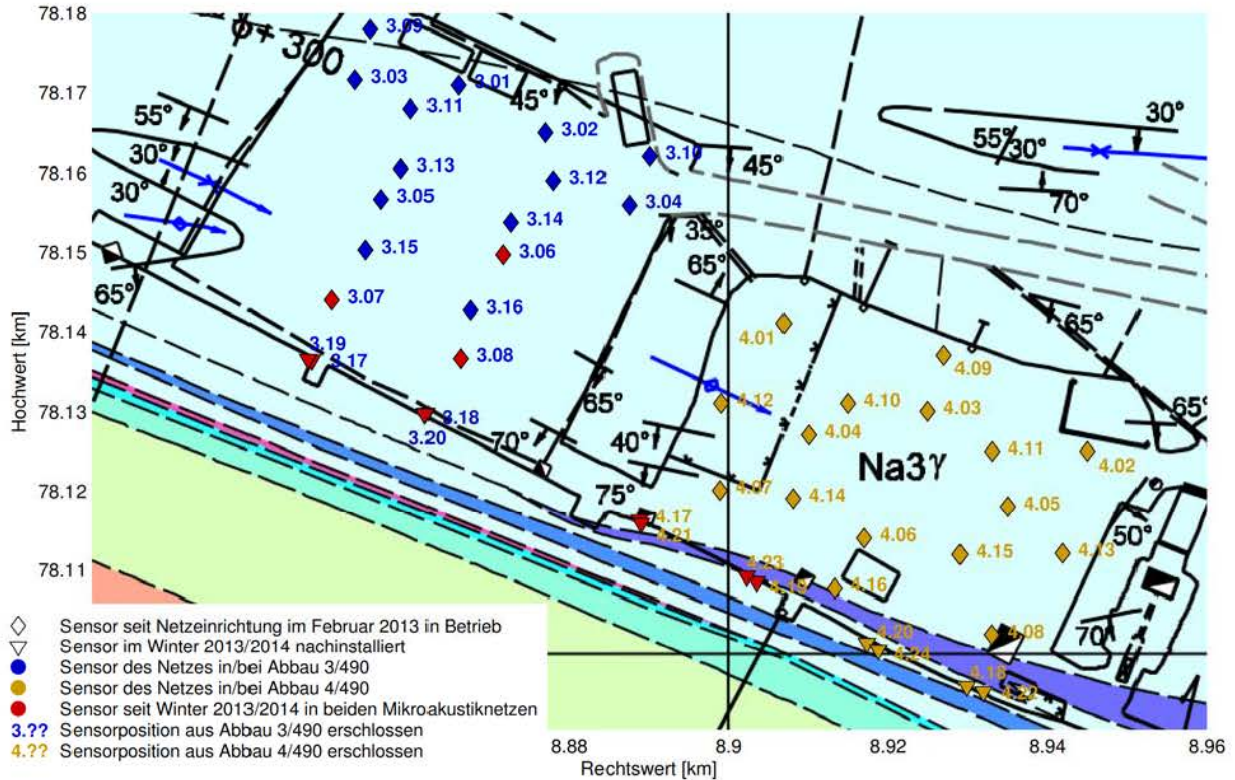
## Ereignisrate im Bereich bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 8/725 (Na2) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 04/2018



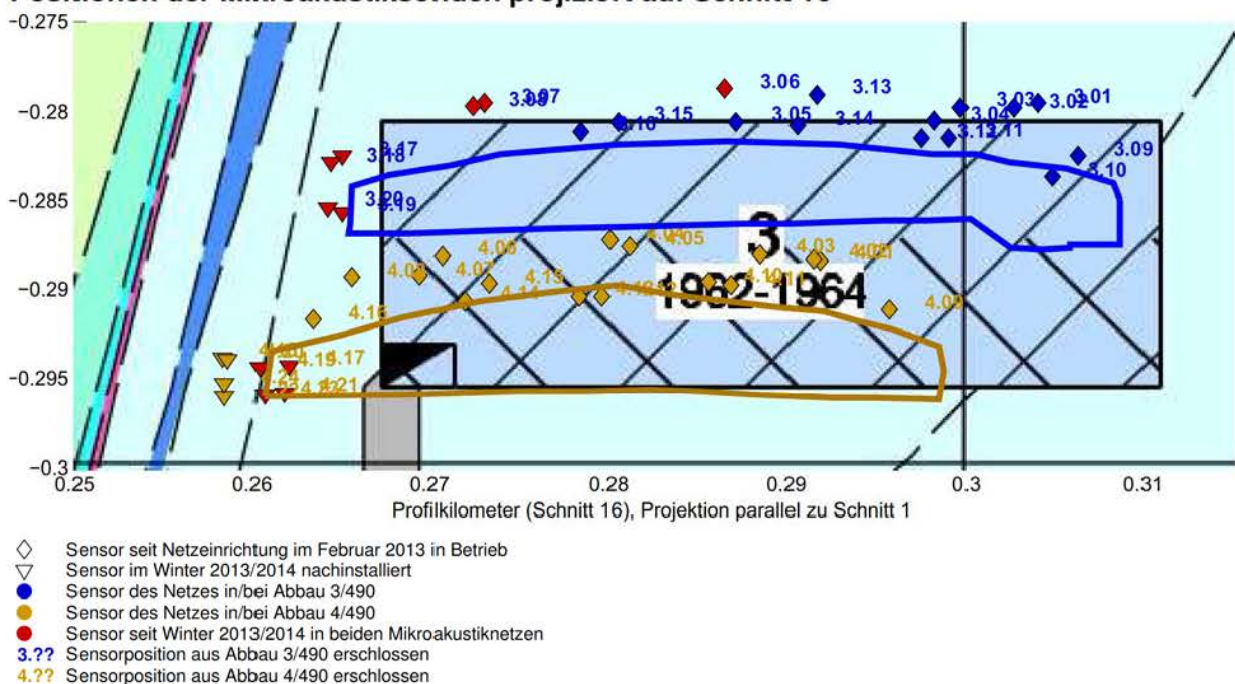
## Anhang 6: Mikroakustische Messungen in den Abbauen 3/490 und 4/490

### Anhang 6.1: Mikroakustiknetzwerke zur Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490

#### Positionen der Mikroakustiksonden projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle



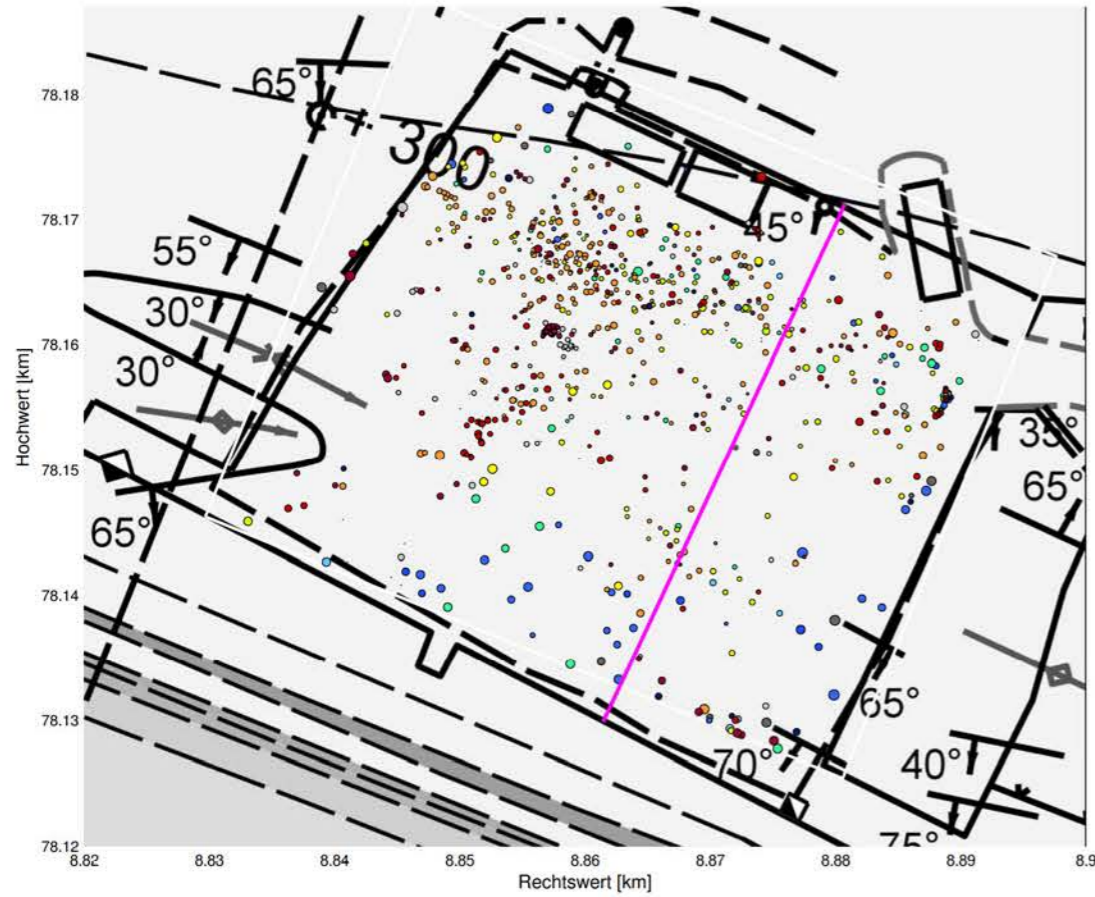
#### Positionen der Mikroakustiksonden projiziert auf Schnitt 16



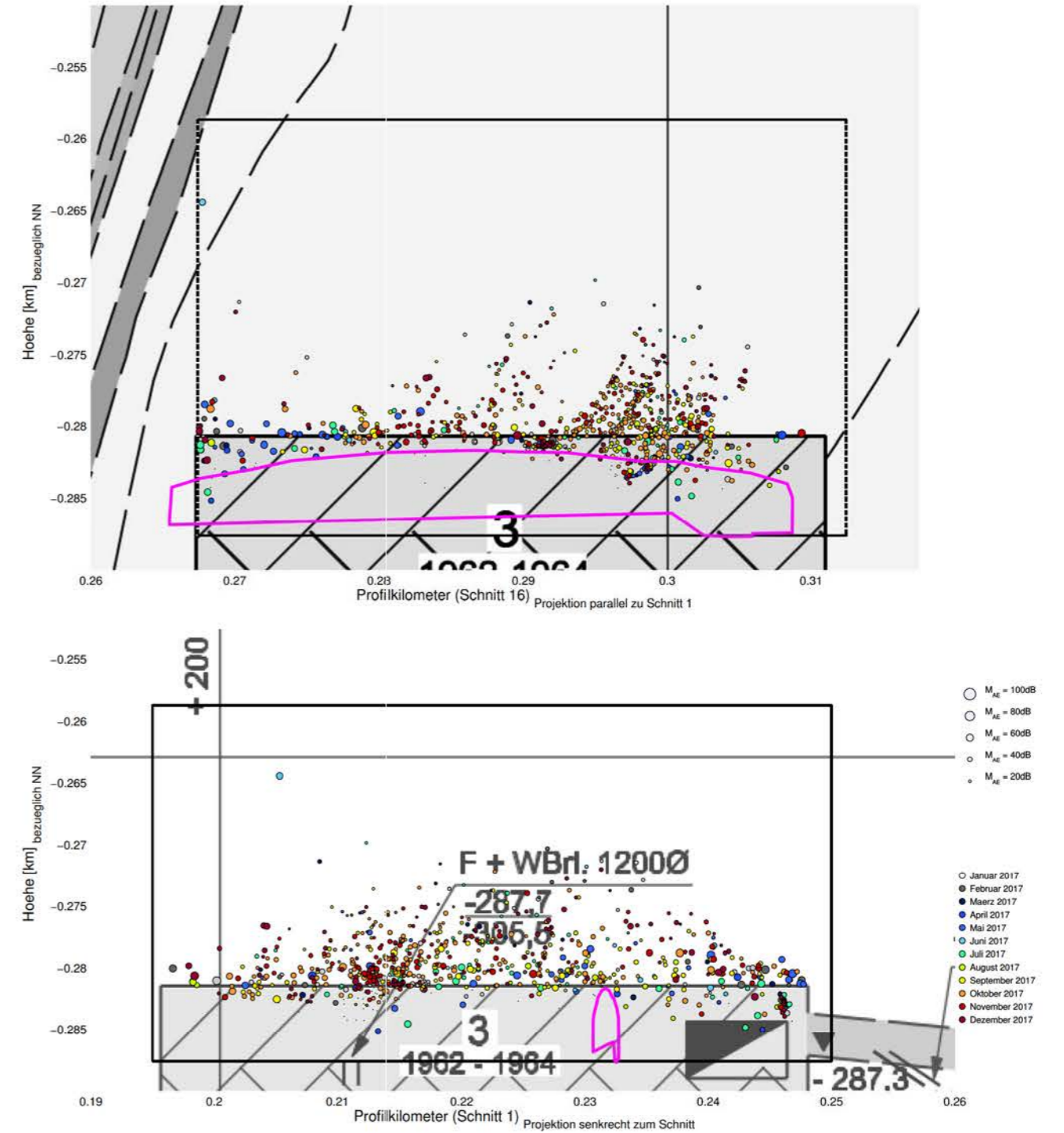



### Anhang 6.2: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 3/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2017 – 31.12.2017) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen



Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerrissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.

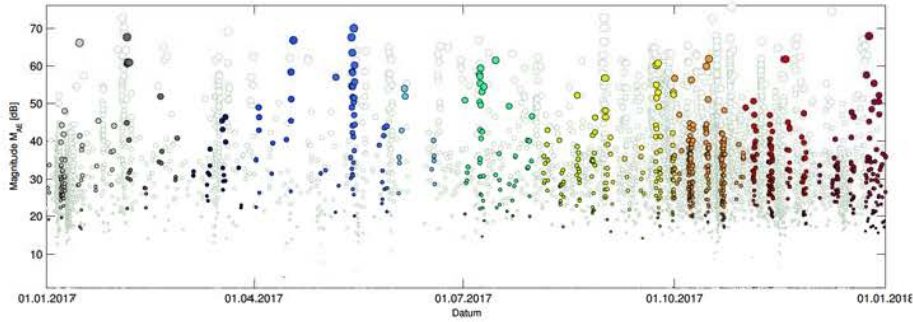


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

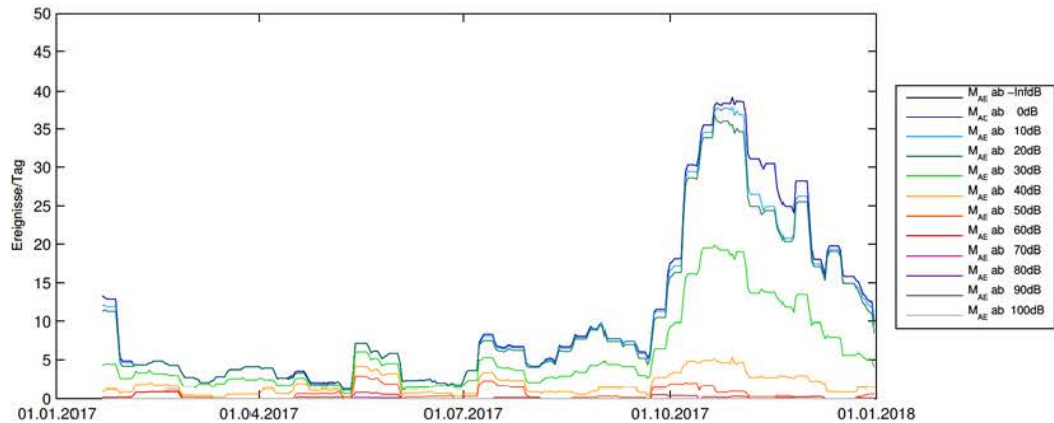
Blatt: 352

### Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste des Abbaus 3/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)

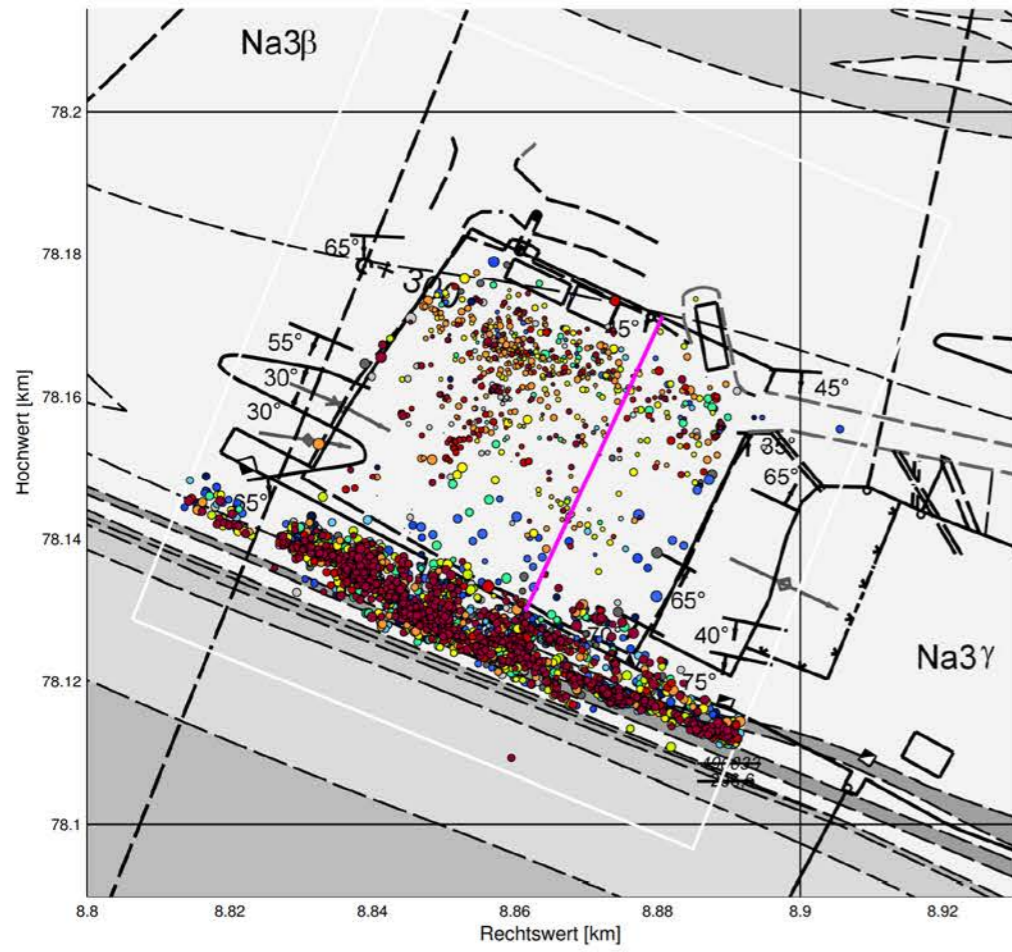


Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

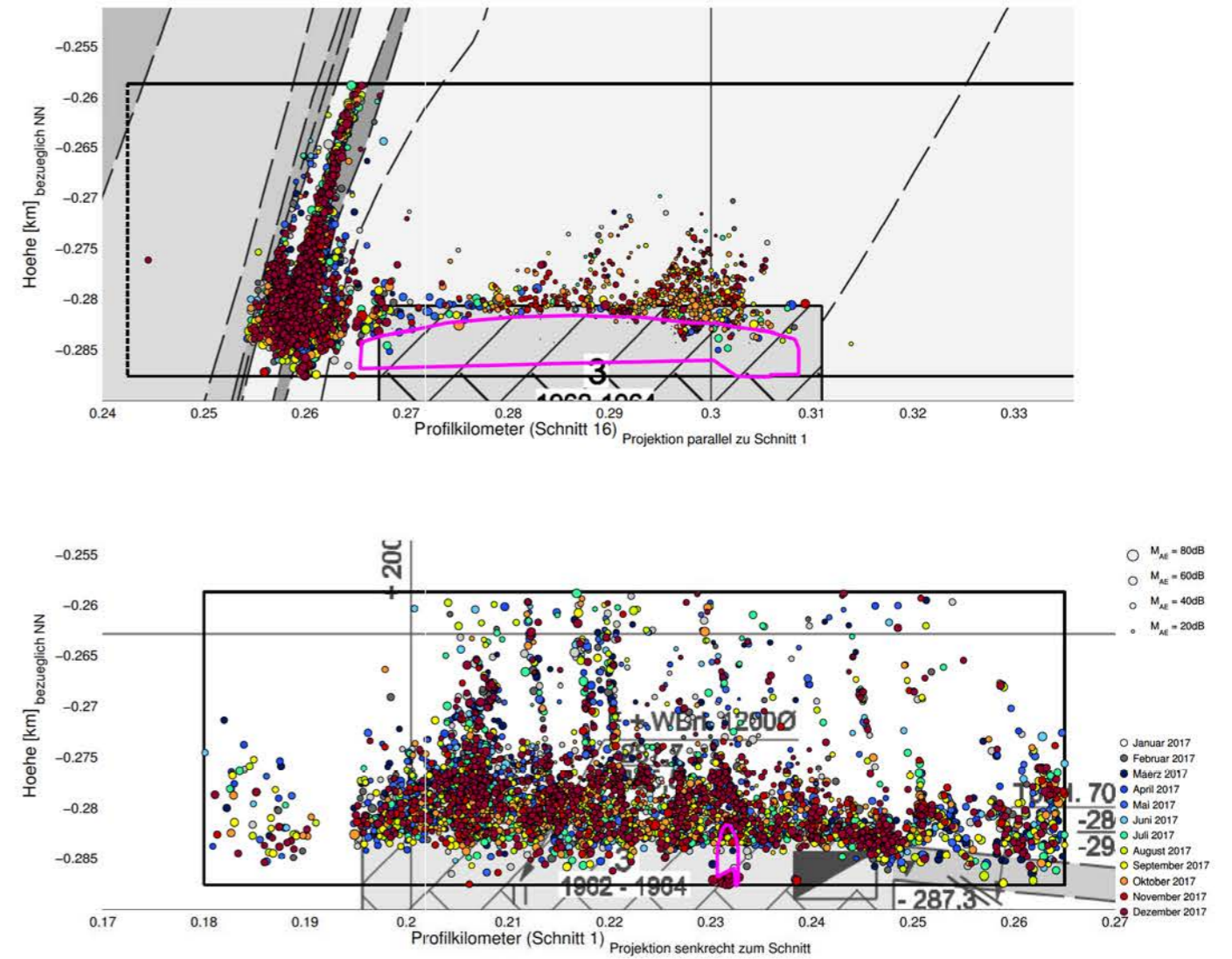
### Mikroakustische Ereignisraten (Firste des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)




**Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und in der Umgebung des Abbaus 3/490 (01.01.2017–31.12.2017) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen**



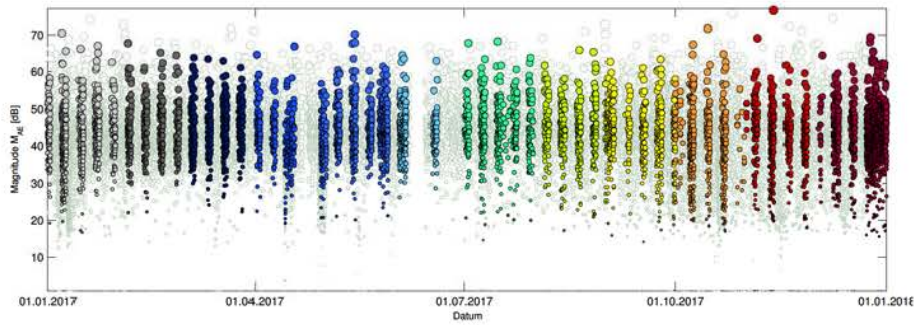
Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigrissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

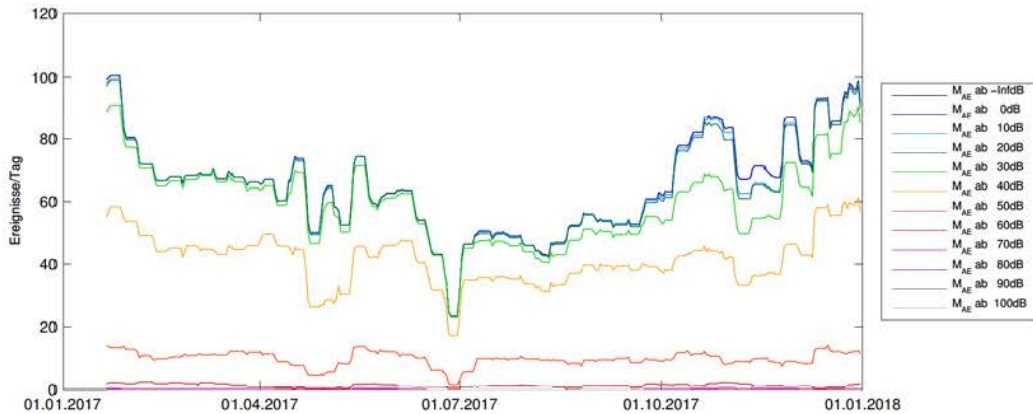
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 354

**Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste und Umgebung des Abbaus 3/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)**



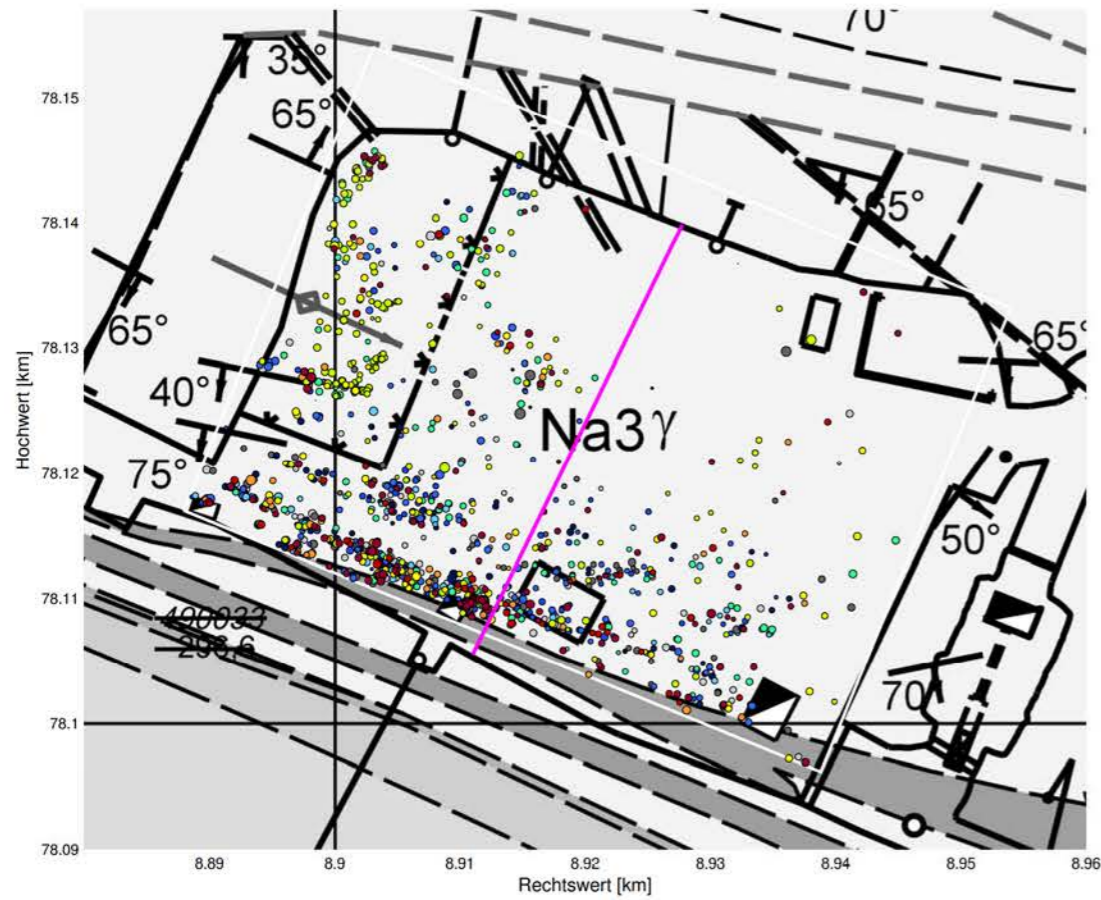
Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

**Mikroakustische Ereignisraten (Firste und Umgebung des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)**

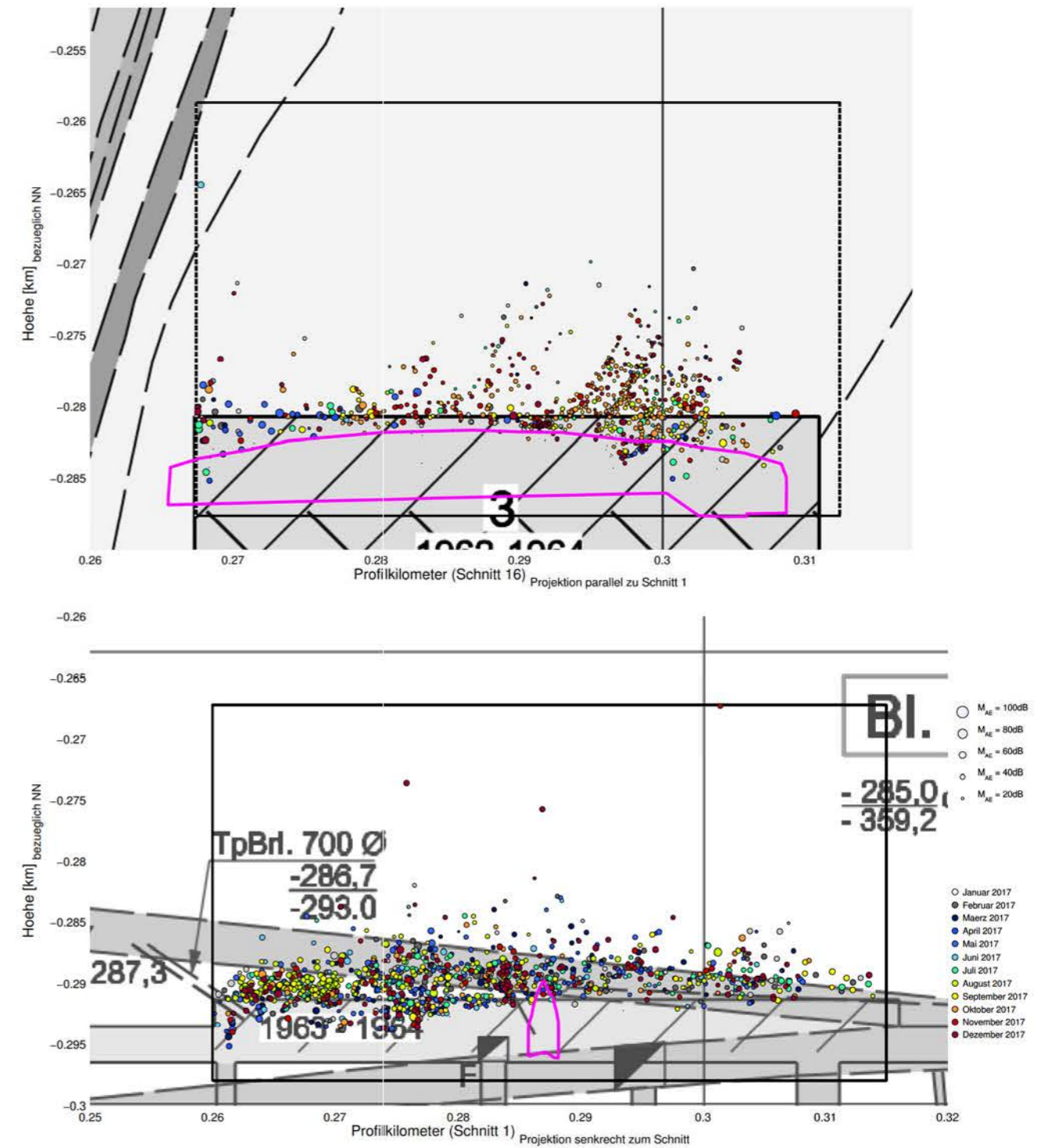



### Anhang 6.3: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 4/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2017 – 31.12.2017) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen



Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerrissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.

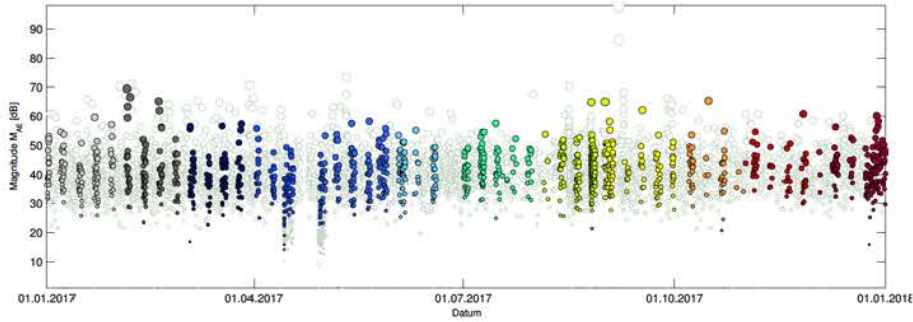


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

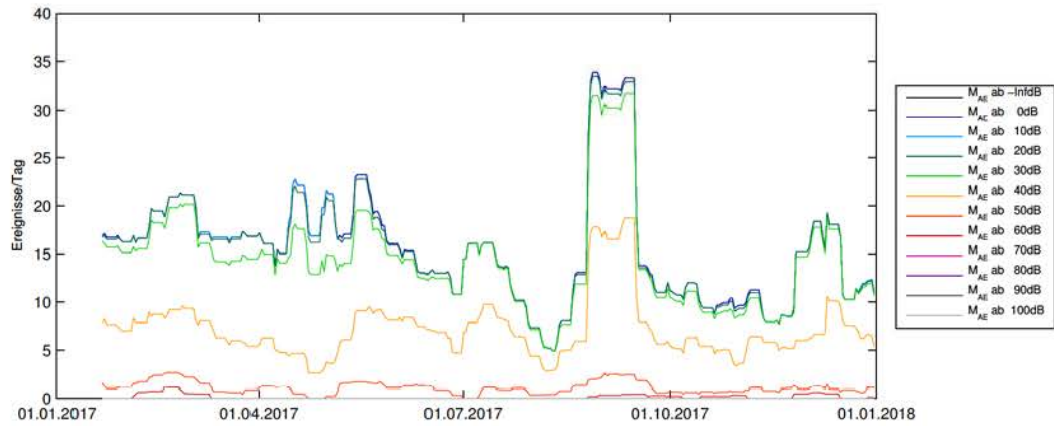
Blatt: 356

### Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste des Abbaus 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)



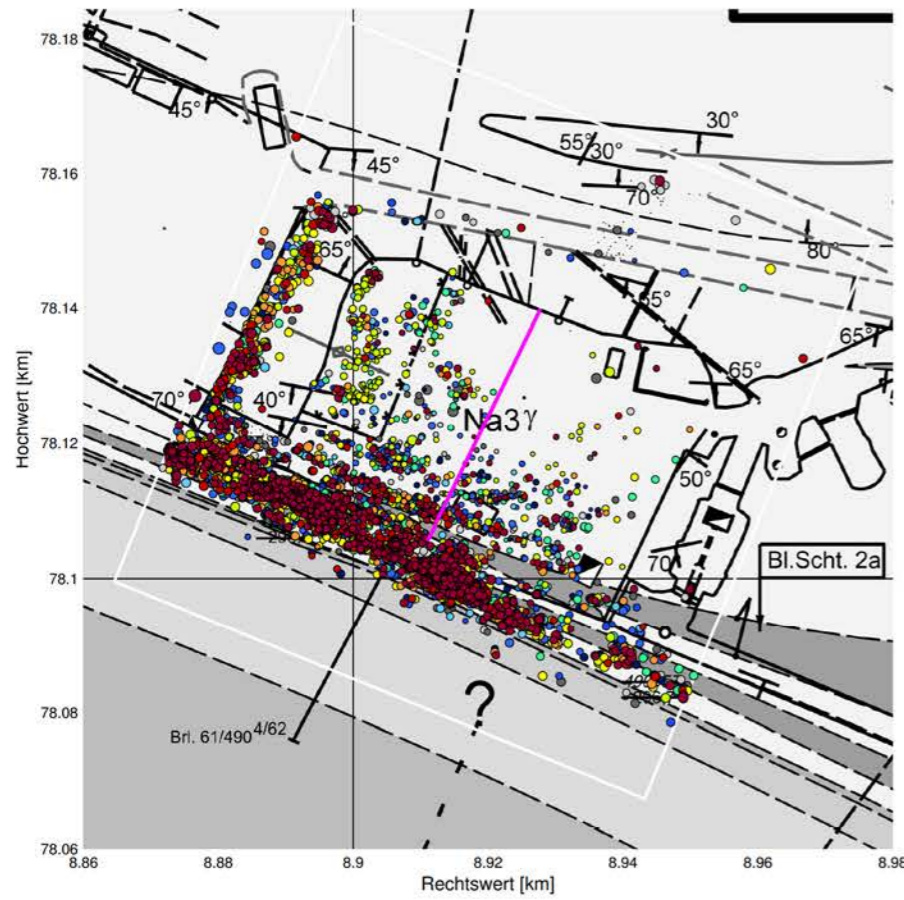
Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

### Mikroakustische Ereignisraten (Firste des Abbaus 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017, Betriebsruhephasen)

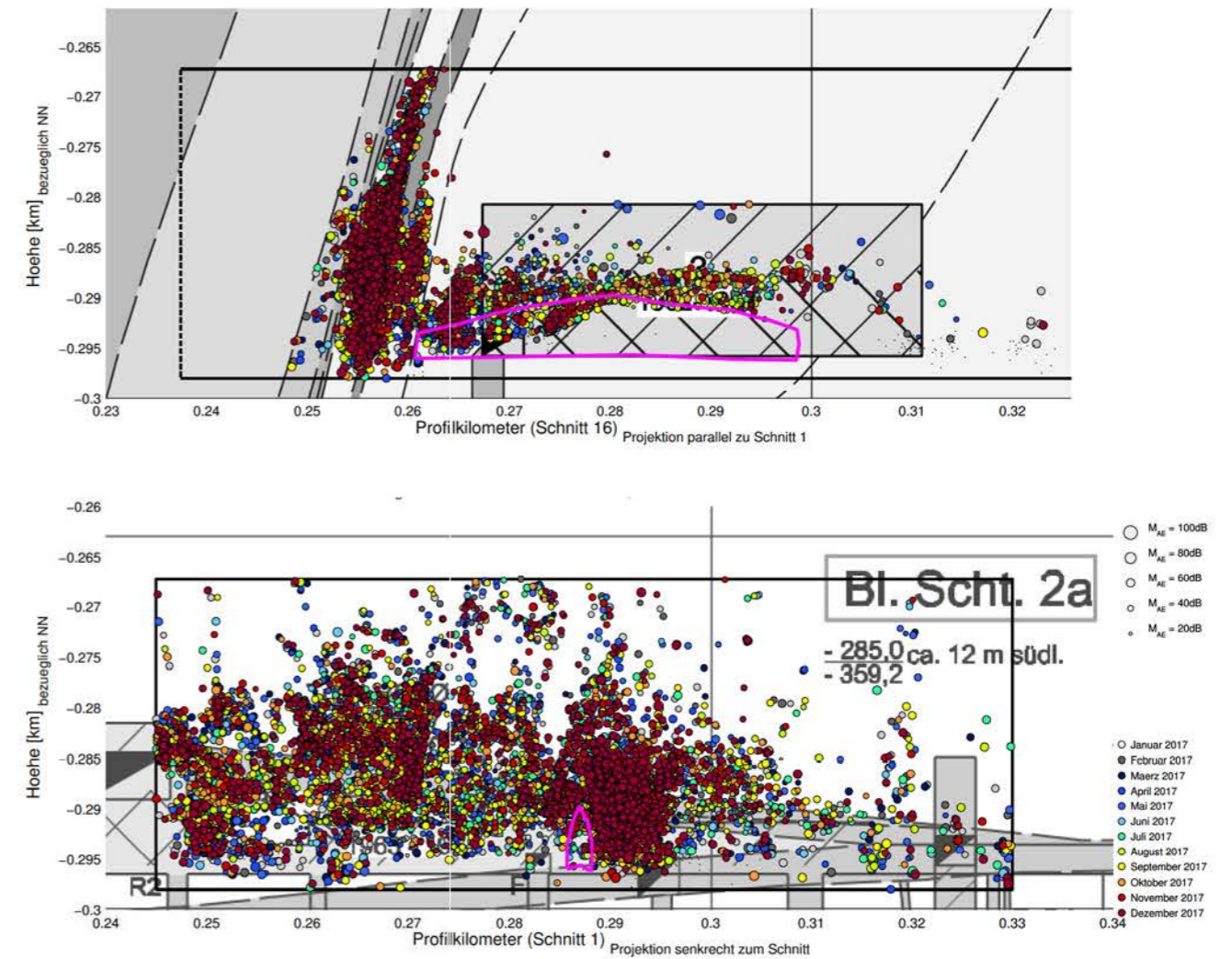



**Anhang 6.4: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und der Umgebung des Abbaus 4/490**

**Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen**



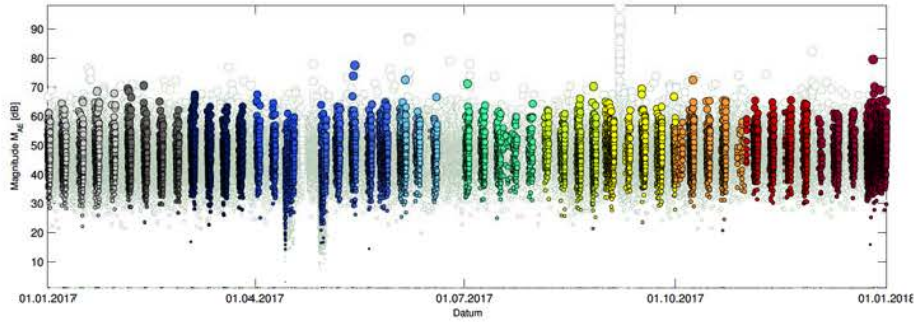
Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerissen als schwarz bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

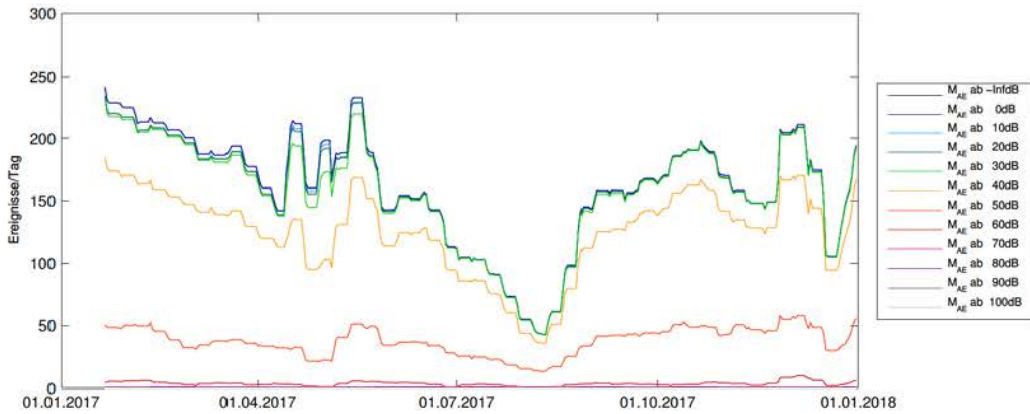
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 358

### Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste und Umgebung des Abbaus 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)



Farbige Kreise: Betriebsame Zeit; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

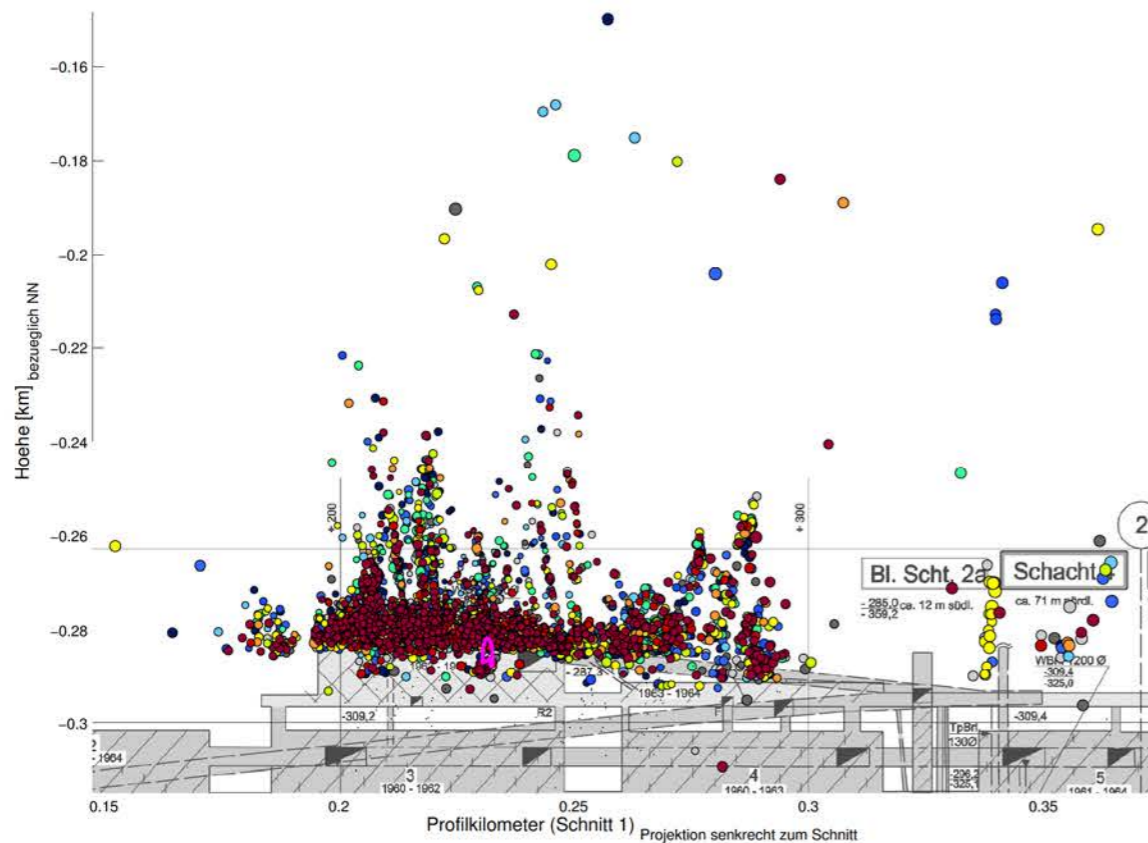
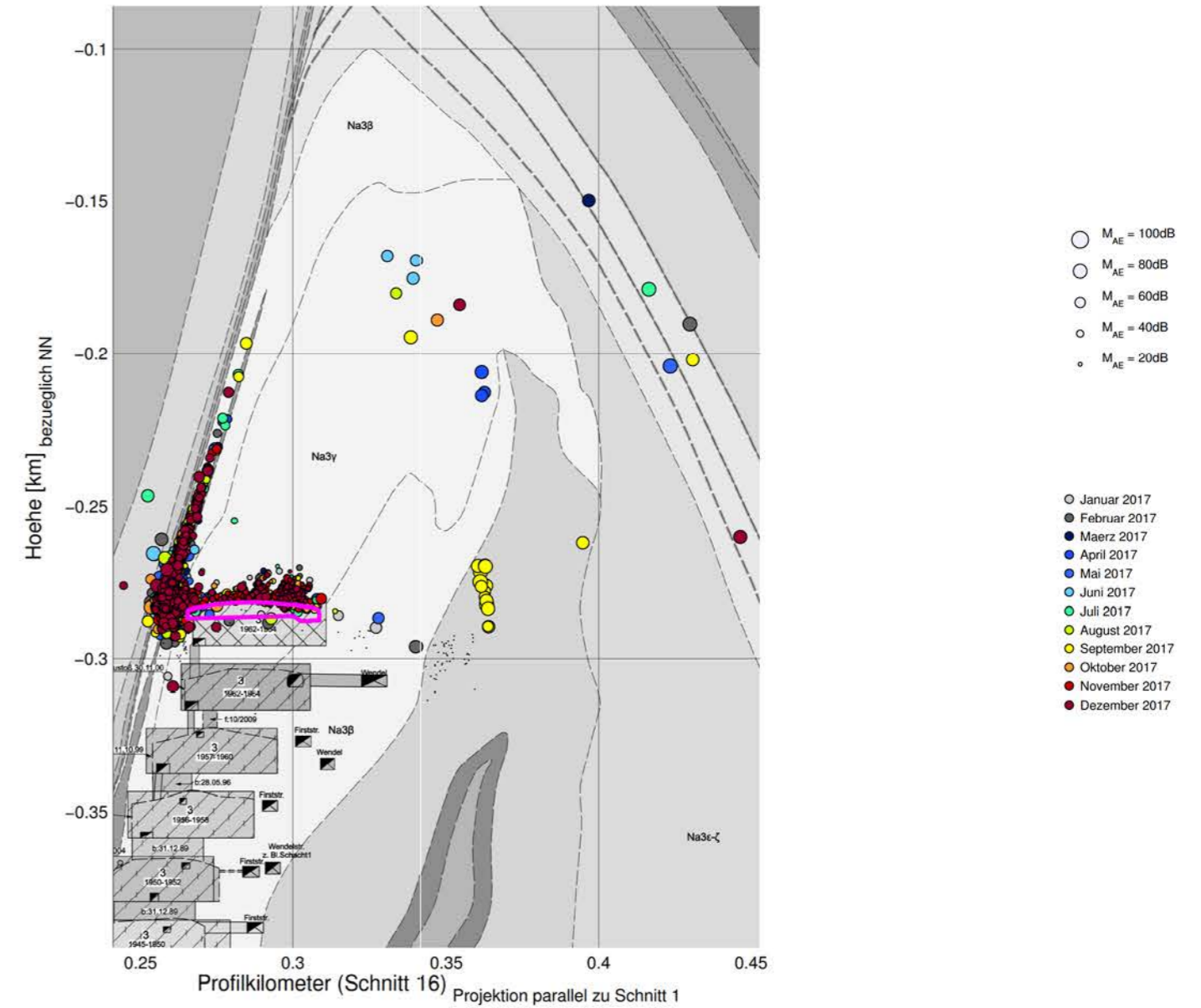
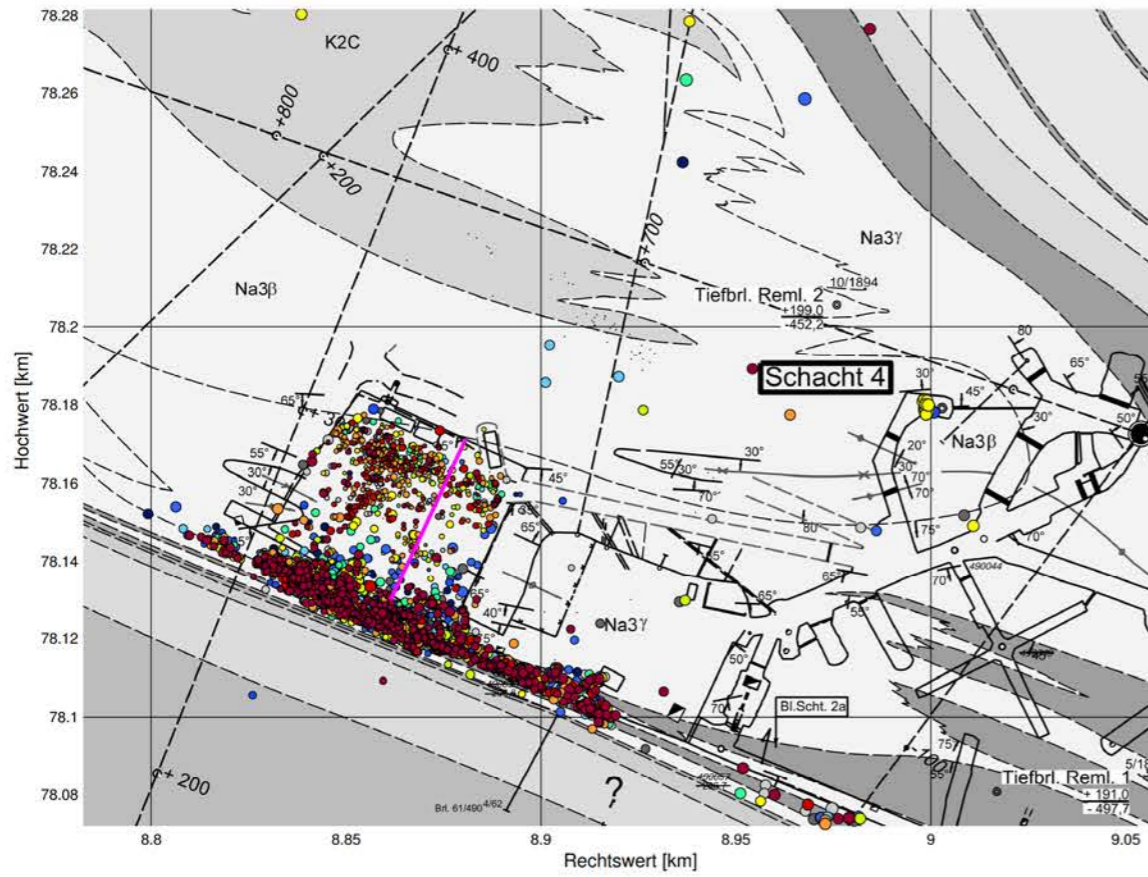
### Mikroakustische Ereignisraten (Firste und Umgebung des Abbaus 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017, Betriebsruhephasen)






**Anhang 6.5: Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 3/490**

**Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016, Betriebsruhephasen) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16**

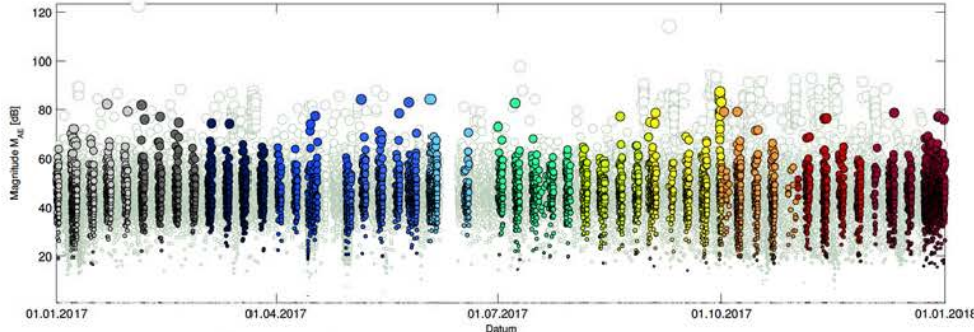


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 360

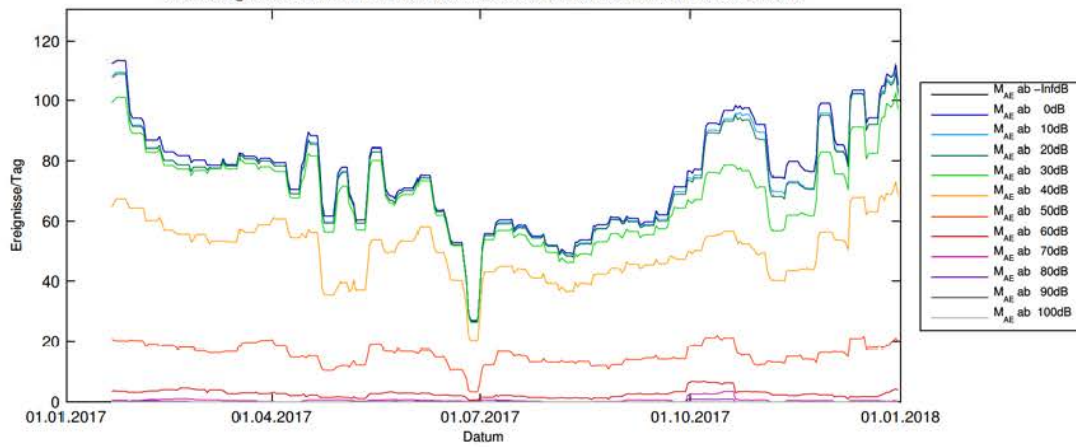
### Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Netz in Abbau 3/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)



Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

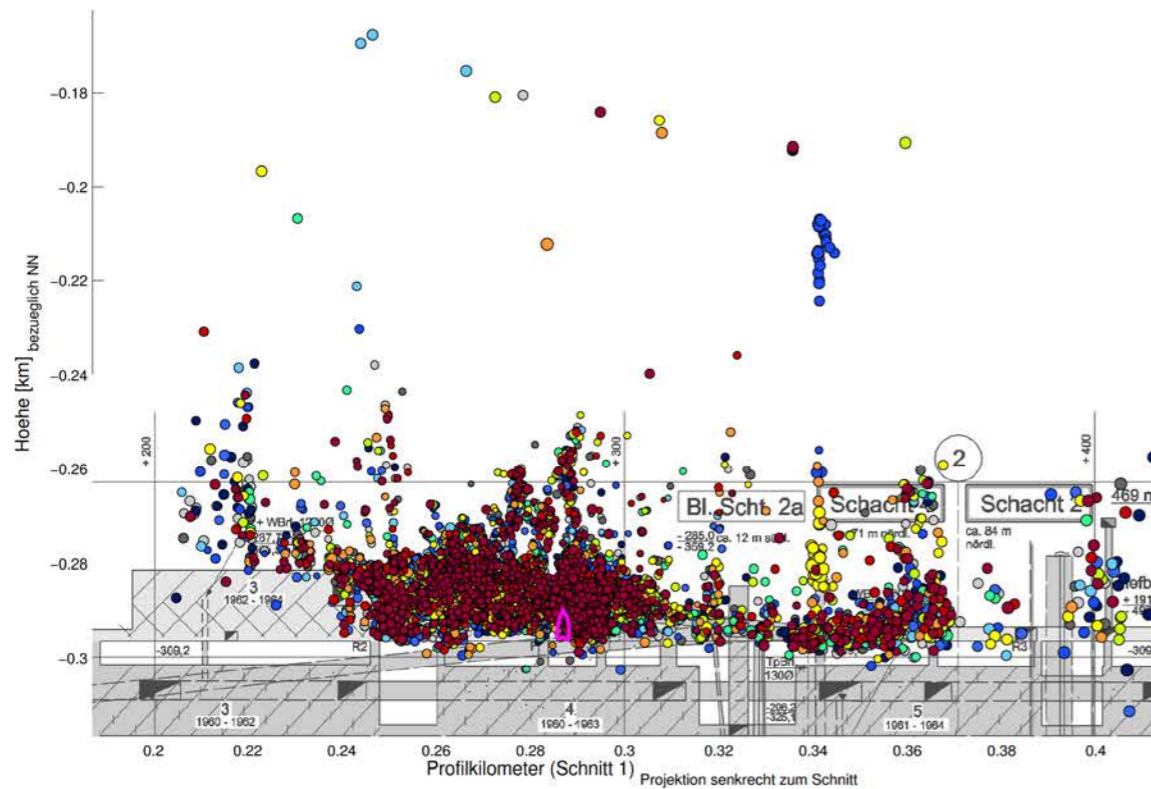
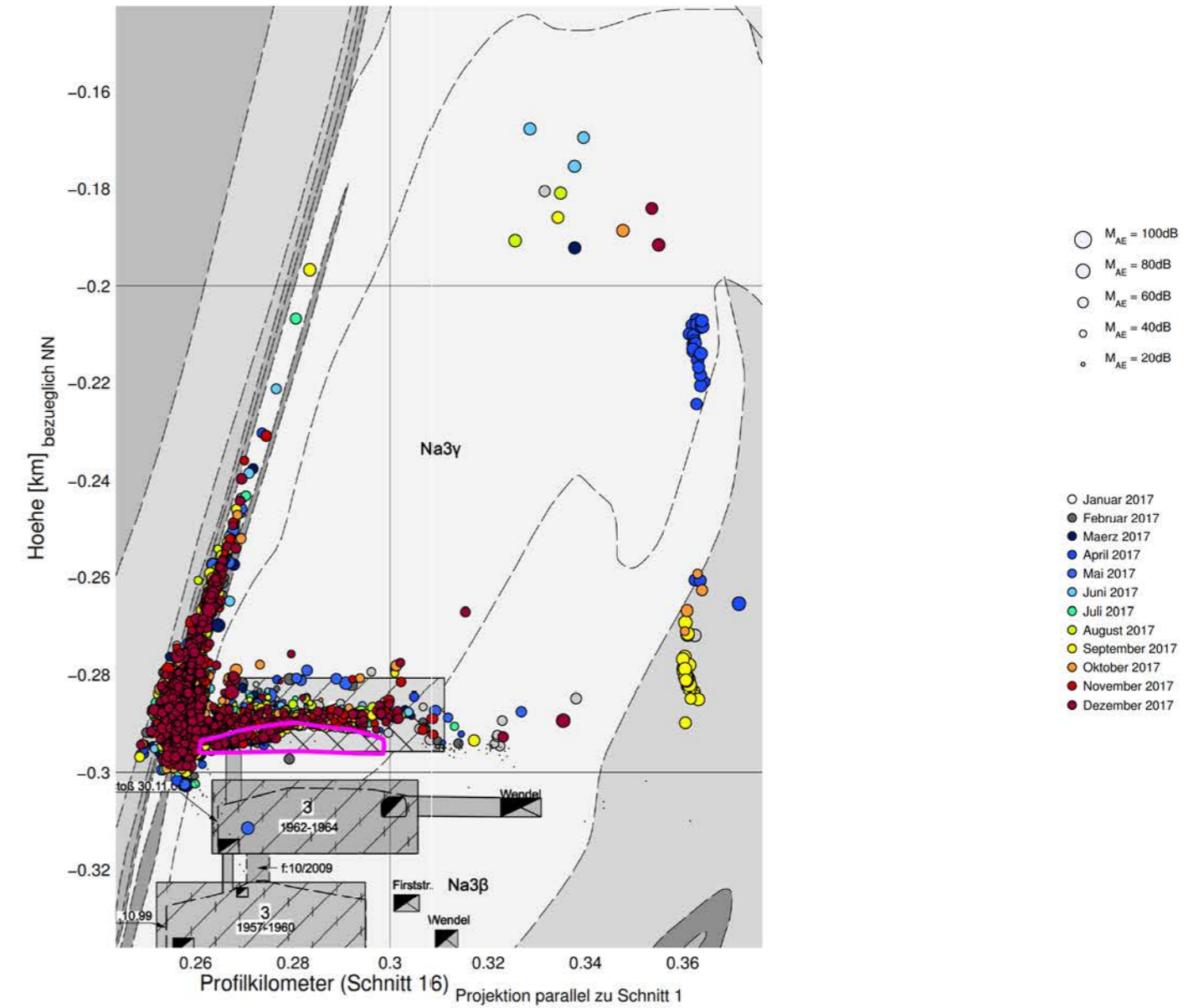
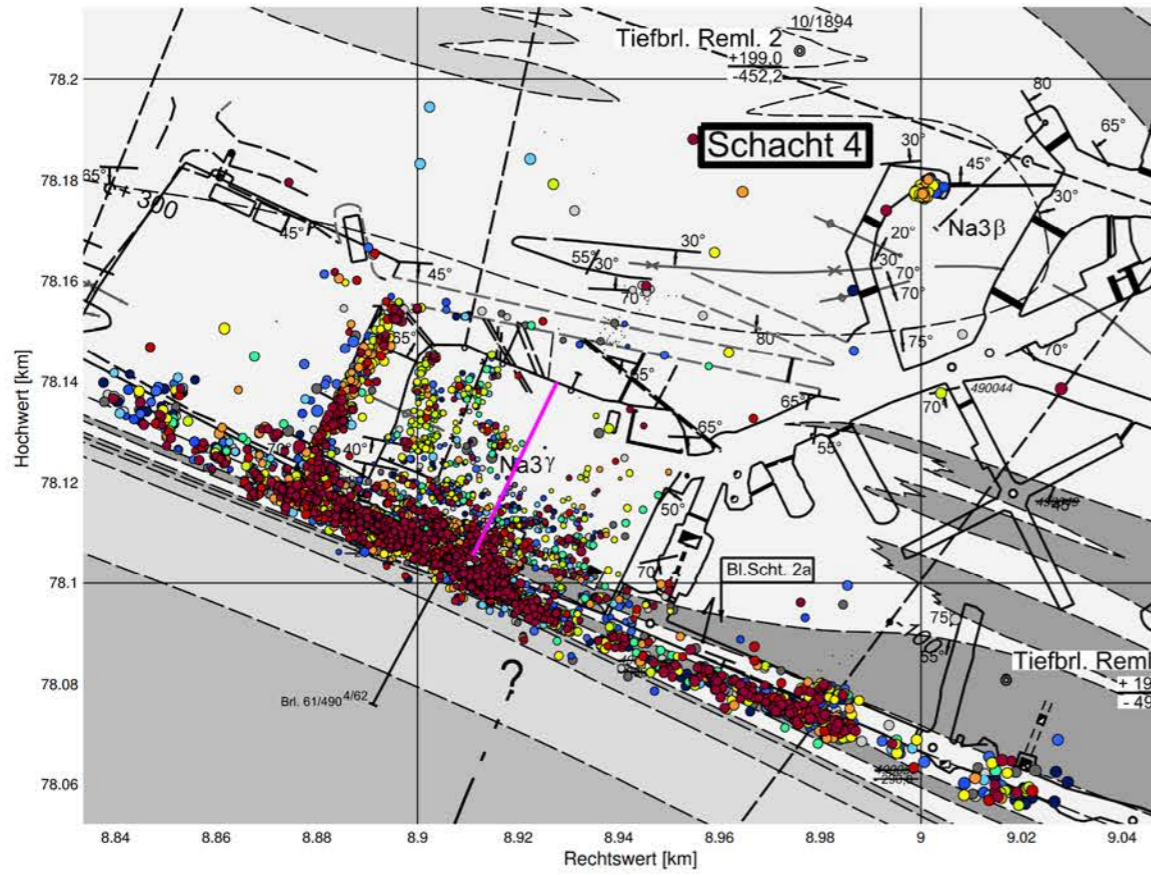
### Mikroakustische Ereignisraten (Netz in Abbau 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)


Mikroakustische Ereignisse vom 01.01.2017 bis 31.12.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 6780 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
Daten ausgewertet durch GMuG oder Automatik, Netz bei Abbau 3/490 Stand: 01.03.2018



**Anhang 6.6: Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 4/490**

**Mikroakustische Aktivität (01.01.2017–31.12.2017, Betriebsruhe) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16**

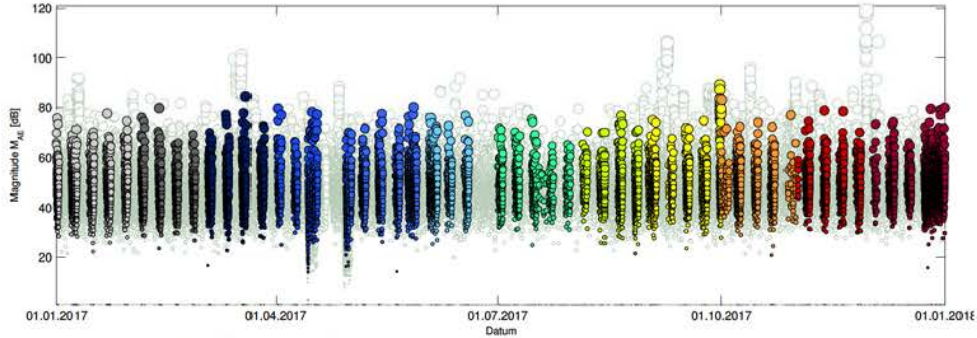


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 362

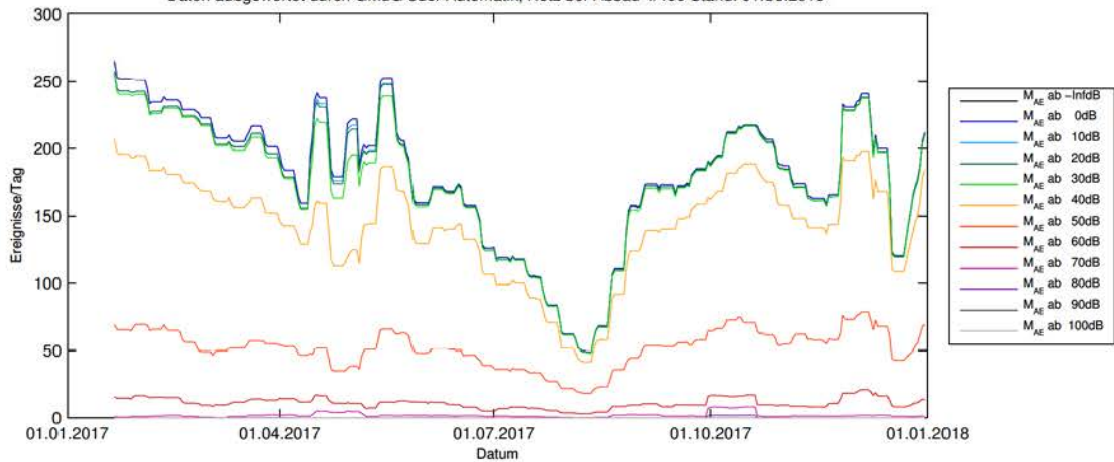
## Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Netz in Abbau 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017)

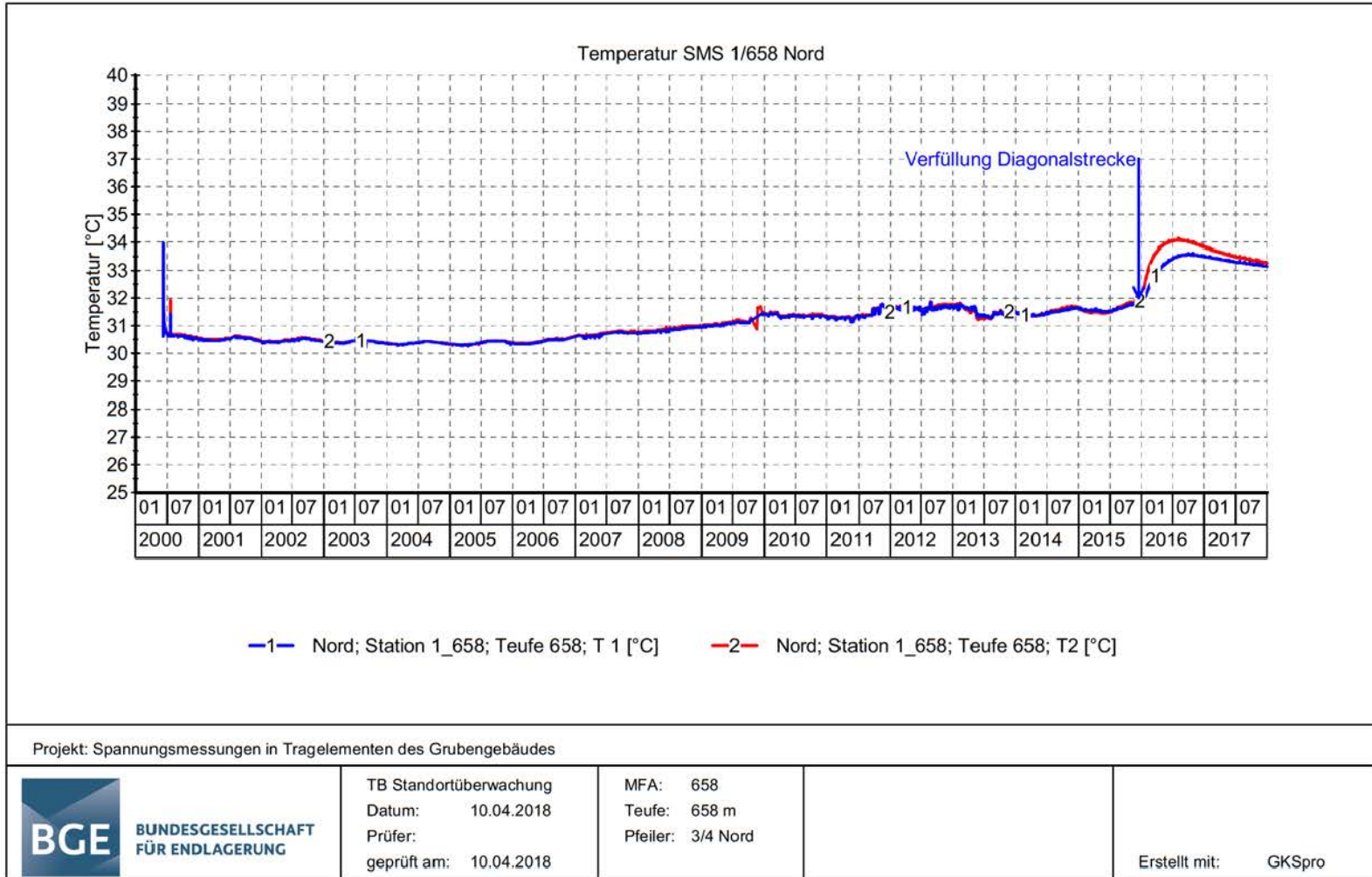


Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

## Mikroakustische Ereignisraten (Netz in Abbau 4/490, 01.01.2017 – 31.12.2017, Betriebsruhephasen)

Mikroakustische Ereignisse vom 01.01.2017 bis 31.12.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 15808 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)  
Daten ausgewertet durch GMuG oder Automatik, Netz bei Abbau 4/490 Stand: 01.03.2018





Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung  
 Datum: 10.04.2018  
 Prüfer:  
 geprüft am: 10.04.2018

MFA: 658  
 Teufe: 658 m  
 Pfeiler: 3/4 Nord

Erstellt mit: GKSpro

## Anhang 7: Messtechnische Überwachung der Firstspaltverfüllung Temperaturmessungen in den Pfeilern

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 363							



BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbh  
 Projekt Asse  
 TB Standortüberwachung  
 Am Walde 2  
 D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

**511-m-Sohle, Abbau 4/511, Brg. ÜFV-15**  
 Schweben zwischen Abbau 4/511 und 4/490  
**Temperaturmessung**

Datum: 10.04.2018  
 Seite: 1  
 Anlage: MCC 10-511  
 Prog.: GLA 8.8.0  
 Stand: 10.04.2018  
 Ausw.: ÜFV-15-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	10-511_automatisiert\444	23,0 m	182	4408924,69 m	5778131,80 m	-299,29 mNN	25.10.10 12:00:02 - 09.04.18 12:00:02
—	10-511_automatisiert\447	17,0 m	183	4408927,50 m	5778136,77 m	-301,15 mNN	25.10.10 12:00:02 - 09.04.18 12:00:02
—	10-511_automatisiert\450	11,0 m	184	4408930,30 m	5778141,74 m	-303,00 mNN	25.10.10 12:00:03 - 09.04.18 12:00:03
—	10-511_automatisiert\453	05,0 m	185	4408933,11 m	5778146,71 m	-304,85 mNN	25.10.10 12:00:03 - 09.04.18 12:00:03

**Temperaturmessungen in den Schweben**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.			
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse													Blatt: 364				
													 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG				

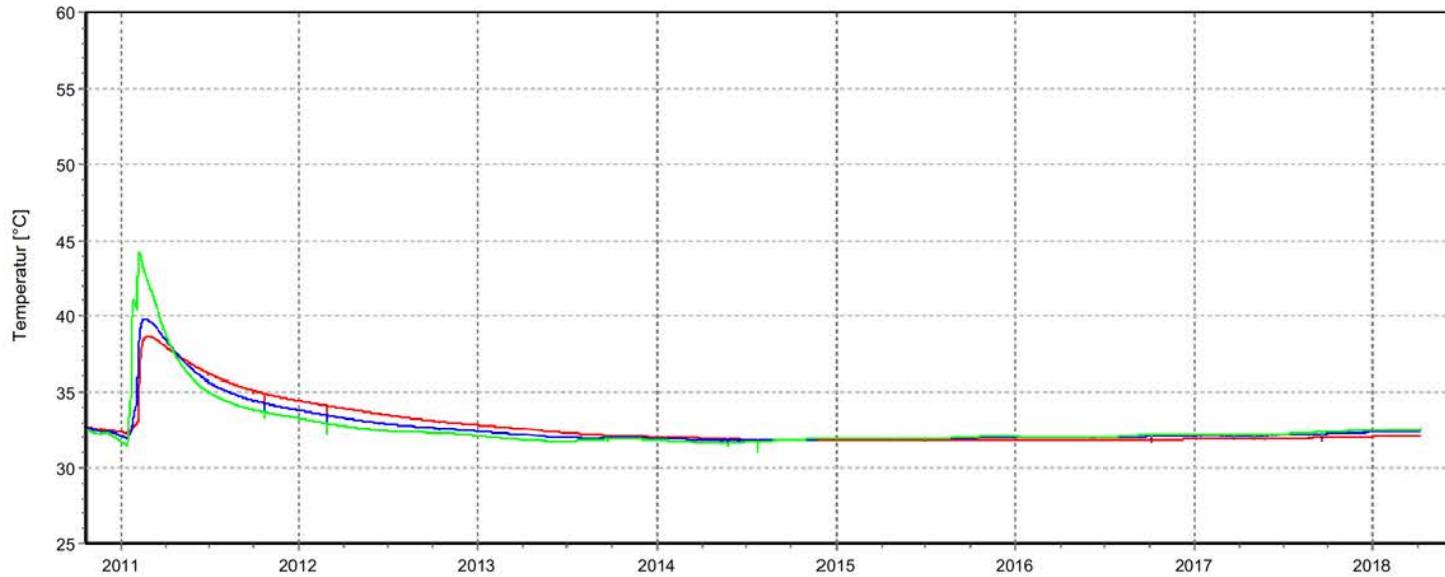


BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbh  
 Projekt Asse  
 TB Standortüberwachung  
 Am Walde 2  
 D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

**511-m-Sohle, Abbau 3/511, Brg. ÜFV-13**  
 Versatz, westlicher Zugang  
**Temperaturmessung**

Datum: 10.04.2018  
 Seite: 1  
 Anlage: MCC 09-511  
 Prog.: GLA 8.8.0  
 Stand: 28.05.2014  
 Ausw.: ÜFV-13-Temp



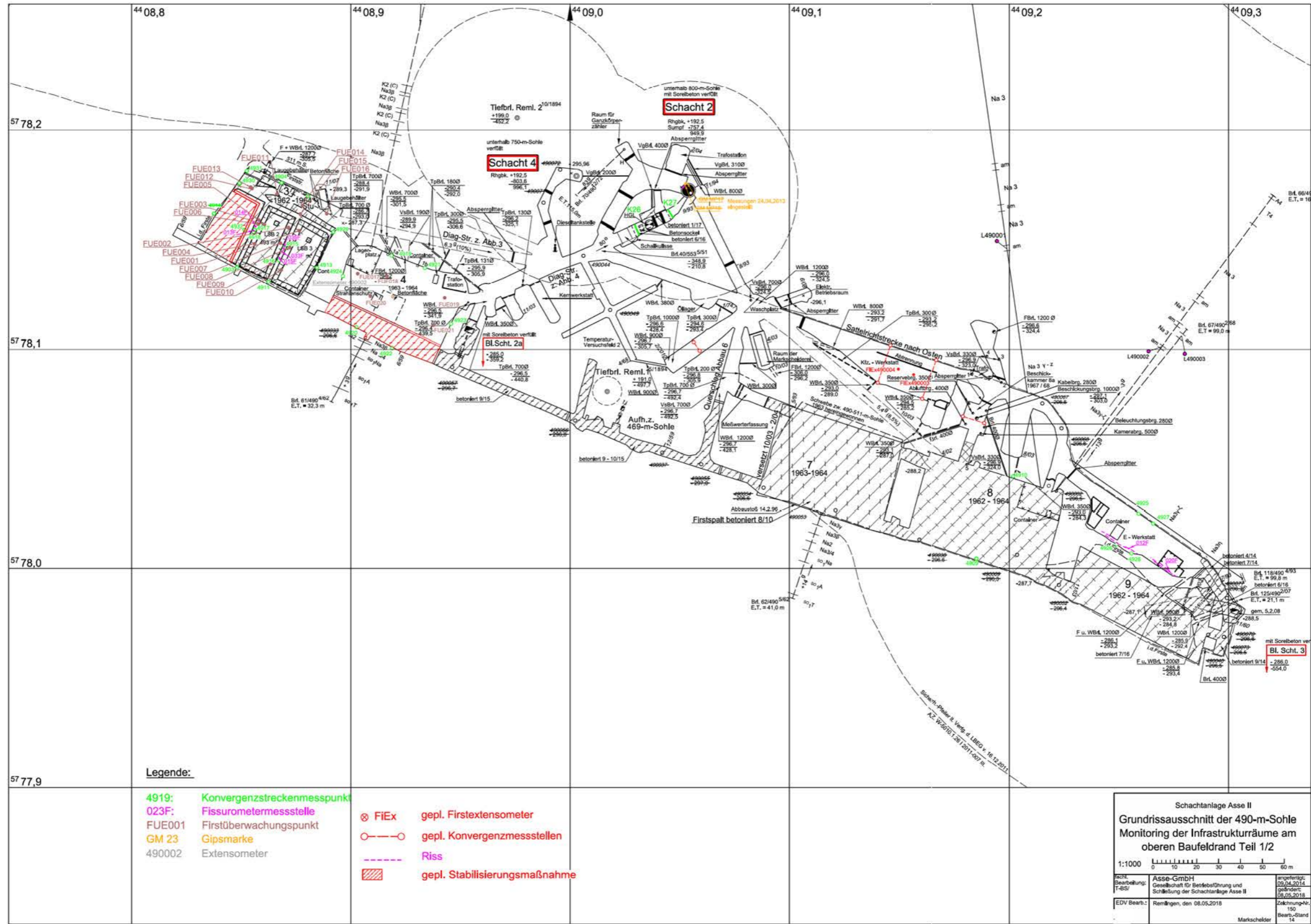
Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	09-511_automatisiert1252	07,0 m	118	4408849,03 m	5778167,50 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:05 - 09.04.18 00:00:02
—	09-511_automatisiert1255	04,0 m	119	4408848,78 m	5778170,49 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:06 - 09.04.18 00:00:03
—	09-511_automatisiert1258	02,0 m	120	4408848,62 m	5778172,49 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:07 - 09.04.18 00:00:03

**Temperaturmessungen im Versatz**

Projekt		PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ				GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									
Blatt: 365									
 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerUNG									

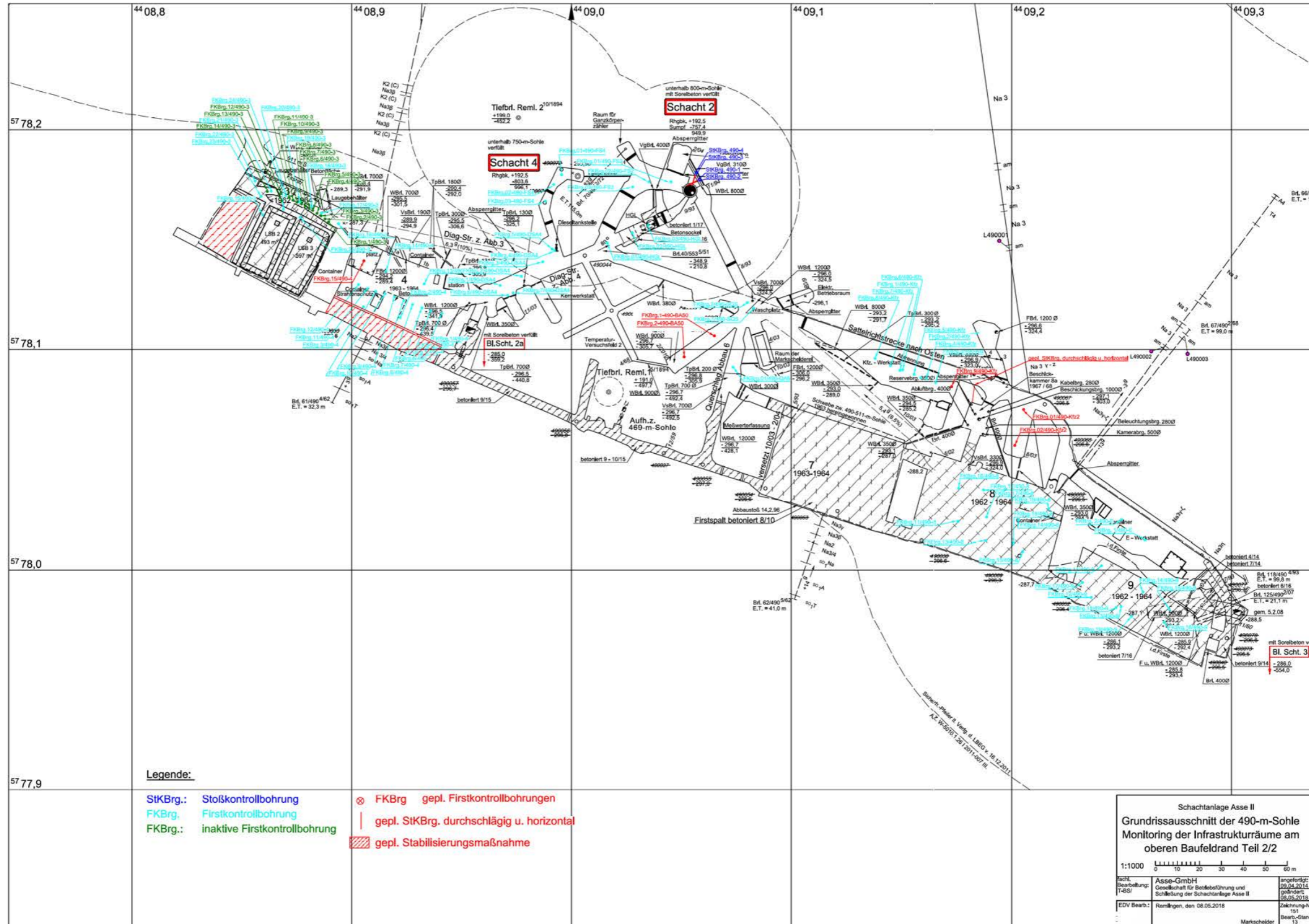
**Anhang 8: Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)**

**Anhang 8.1: Übersicht – Monitoring auf der 490-m-Sohle Teil 1**

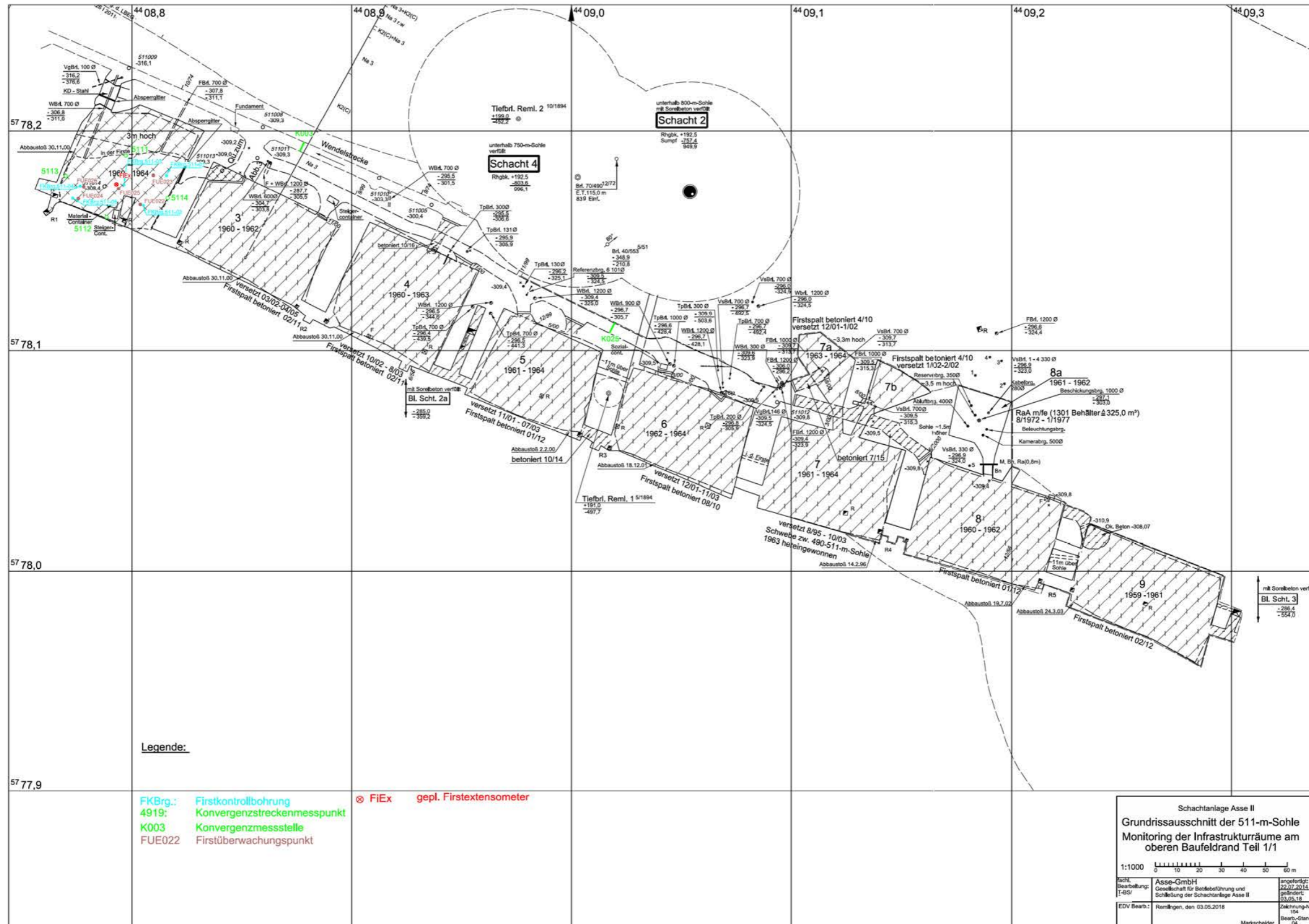





Anhang 8.2: Übersicht -- Monitoring auf der 490-m-Sohle Teil 2 (Firstkontrollbohrungen)



### Anhang 8.3: Übersicht -- Monitoring auf der 511-m-Sohle

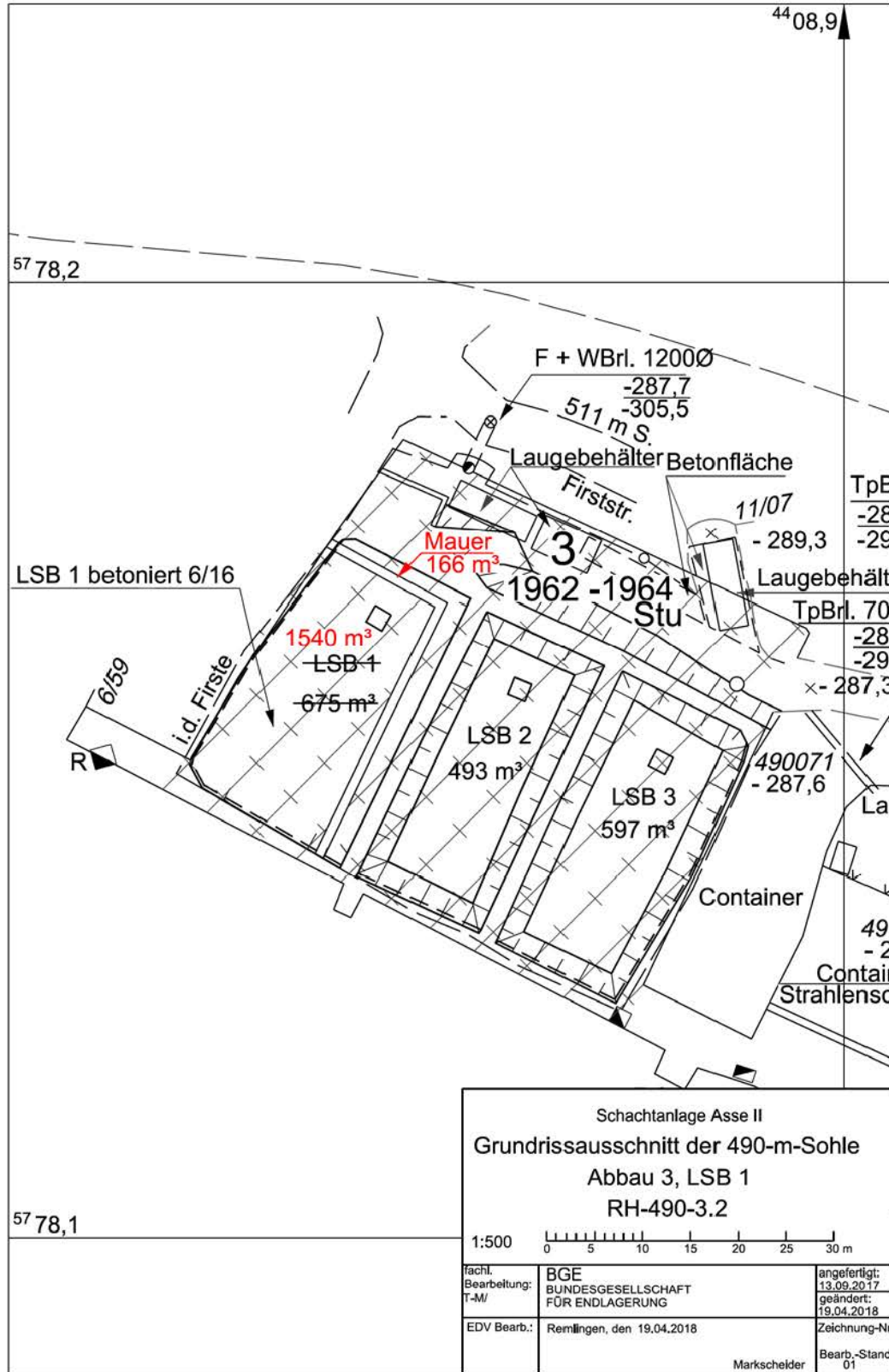


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

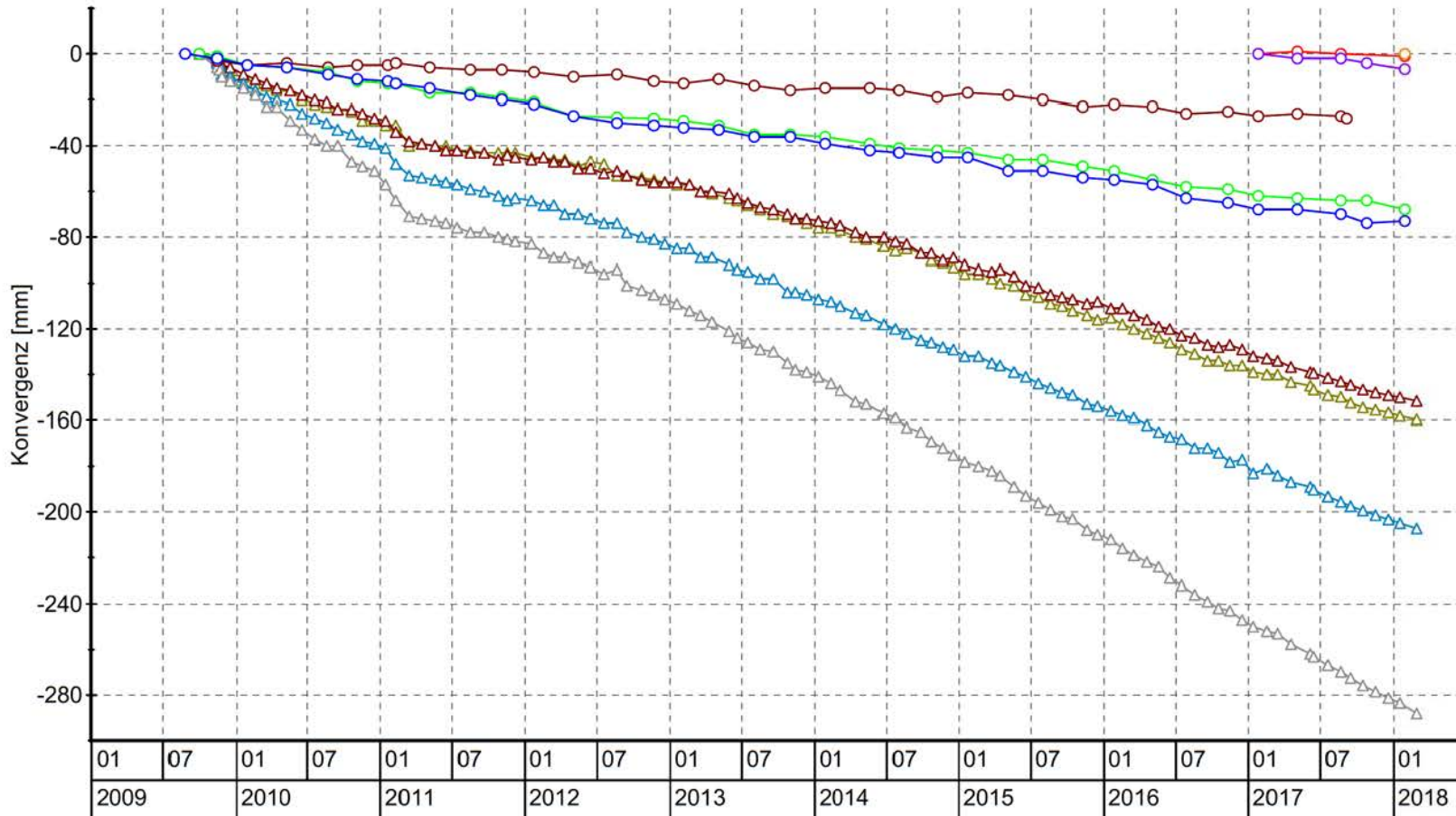
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 369

### Anhang 8.4: Geplante Stabilisierungsmaßnahmen LSB 1 im Abbau 3/490 (RH-490-3)




### Konvergenzmessungen auf der 490-m-Sohle Abbau 3/490



<b>Messquerschnitt</b>	<span style="color: blue;">○</span> 4903-4904 H <span style="color: green;">○</span> 4911-4912 H <span style="color: red;">○</span> 4913-4914 H <span style="color: purple;">○</span> 4913-4931 H	<span style="color: orange;">○</span> 4913-4932 H <span style="color: red;">○</span> 4929-4930 H <span style="color: grey;">△</span> 4915 V <span style="color: cyan;">△</span> 4916 V	<span style="color: red;">△</span> 4917 V <span style="color: yellow;">△</span> 4918 V
H - Horizontal V - Vertikal			

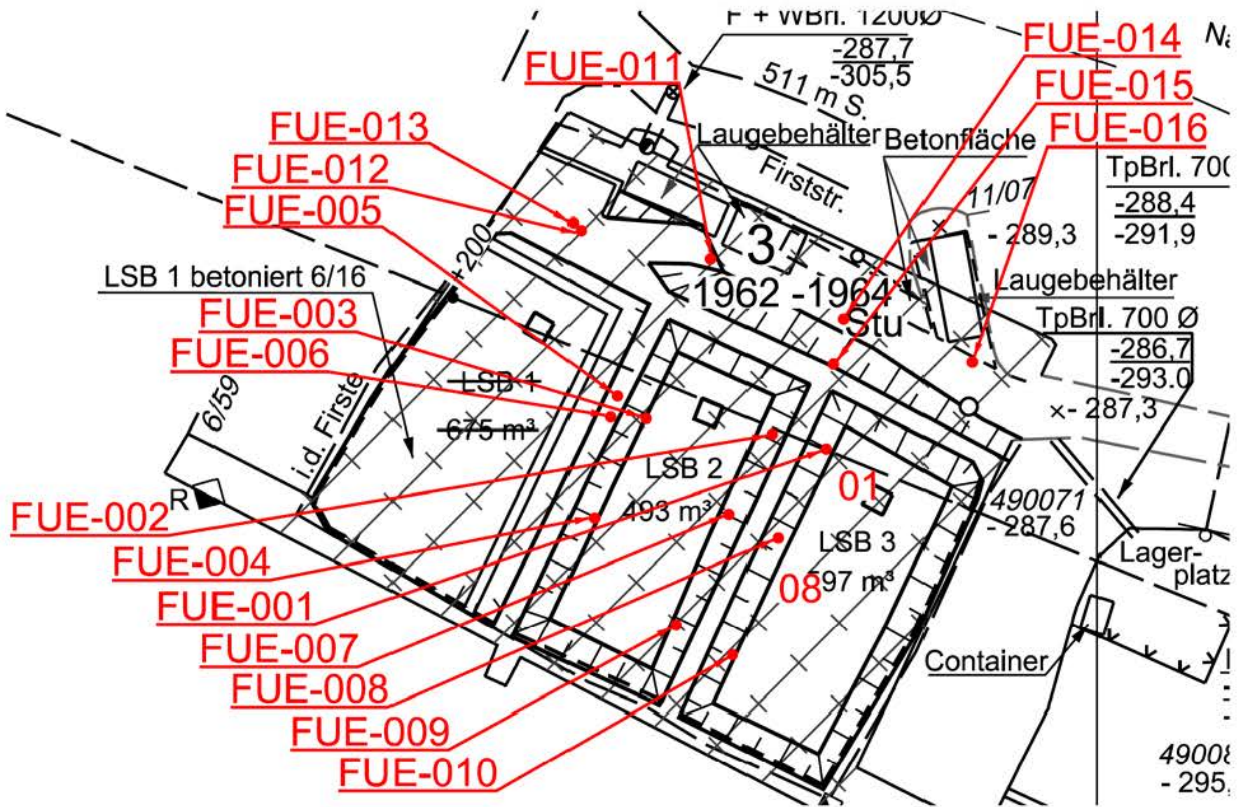
### Anhang 8.5: Konvergenzmessungen im Abbau 3/490

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
							Blatt: 370	 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerung

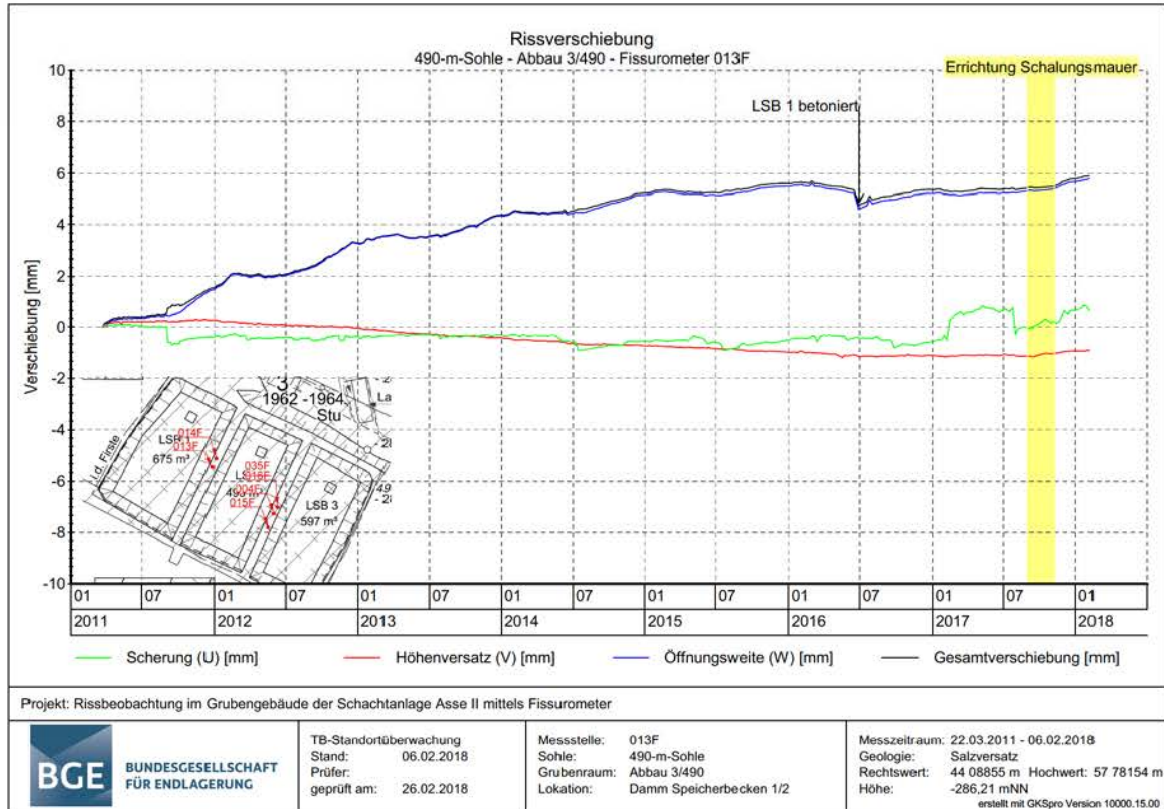
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 371

### Anhang 8.6: Lage der 16 Firstüberwachungspunkte im Abbau 3/490

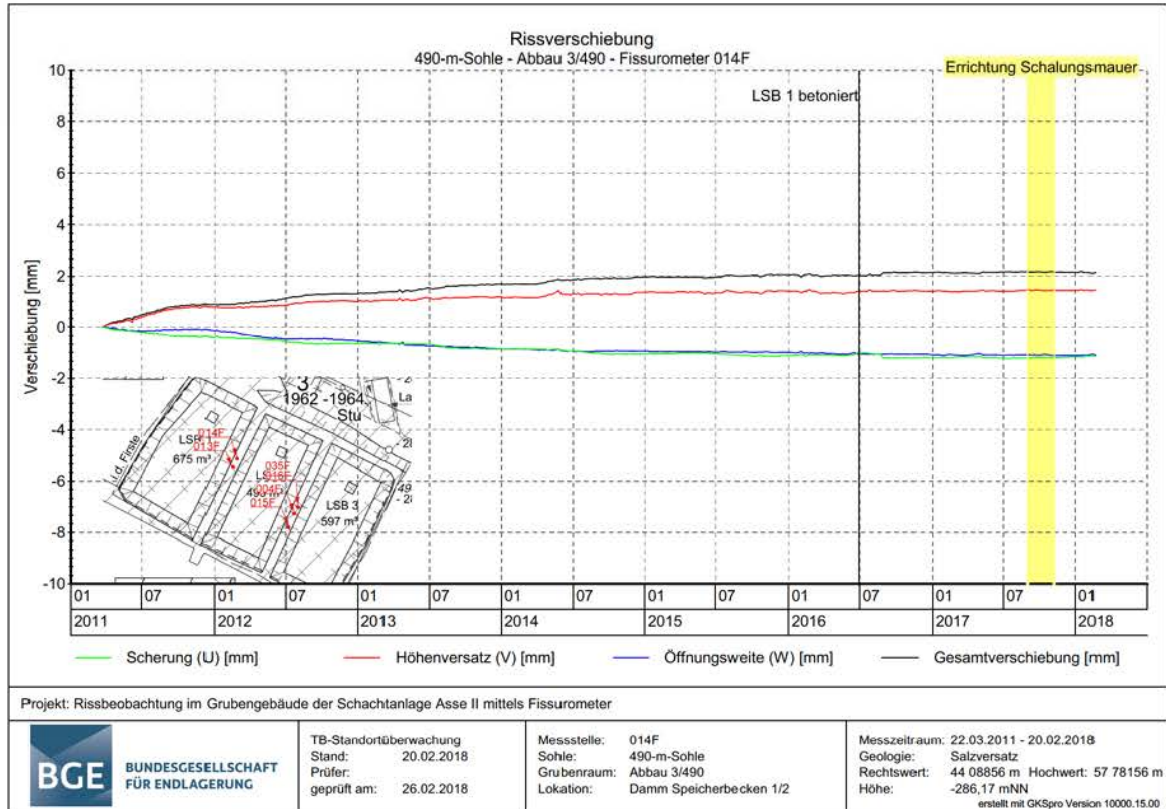


### Anhang 8.7: Ergebnisse der Messstelle 013 F



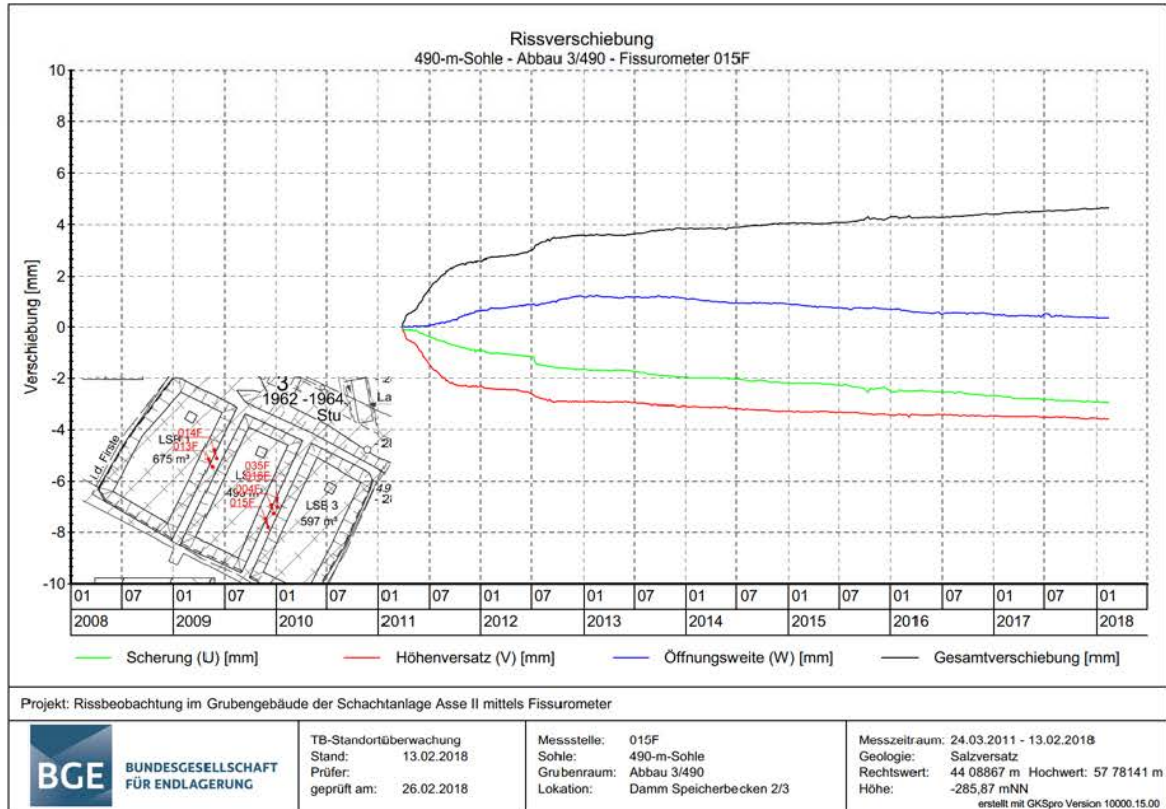
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	285	1,90	0,33	-0,49	1,99
2012	366	1,76	-0,31	0,02	1,71
2013	365	1,08	-0,37	0,06	1,09
2014	365	0,81	-0,31	-0,25	0,86
2015	365	0,34	-0,25	0,06	0,36
2016	366	-0,28	-0,12	-0,07	-0,24
2017	365	0,46	0,18	1,23	0,43
2018	51	0,22	-0,42	-10,37	0,37

### Anhang 8.8: Ergebnisse der Messstelle 014 F



Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	285	-0,18	1,01	-0,49	1,14
2012	366	-0,39	0,23	-0,25	0,43
2013	365	-0,31	0,16	-0,23	0,38
2014	365	-0,08	0,19	-0,19	0,27
2015	365	-0,06	0,04	-0,06	0,09
2016	366	-0,09	0,01	-0,09	0,10
2017	365	-0,03	0,01	0,03	0,01
2018	51	0,07	0,14	0,21	-0,05

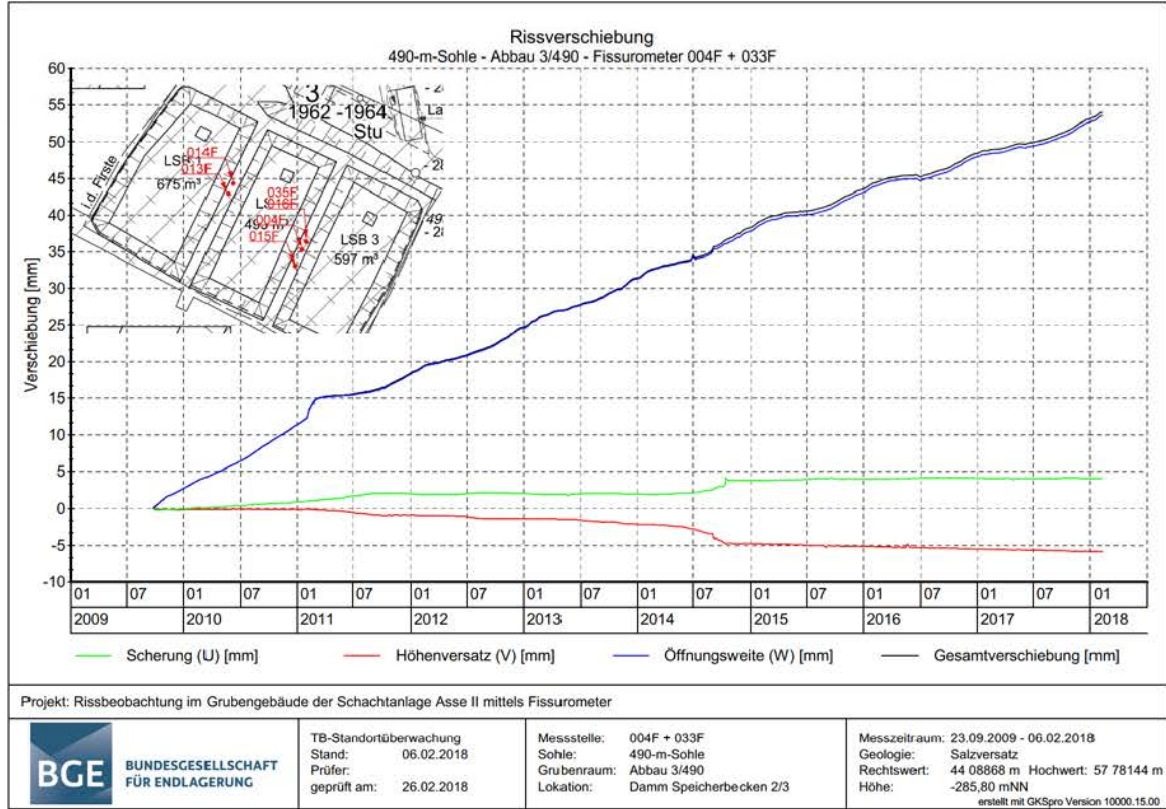
### Anhang 8.9: Ergebnisse der Messstelle 015 F



Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	283	0,81	-2,99	-1,17	3,32
2012	366	0,57	-0,61	-0,75	1,00
2013	365	-0,07	-0,16	-0,31	0,26
2014	365	-0,21	-0,20	-0,22	0,22
2015	365	-0,21	-0,13	-0,31	0,24
2016	366	-0,20	-0,04	-0,18	0,11
2017	365	-0,13	-0,09	-0,25	0,21
2018	51	-0,02	-0,15	-0,14	0,20

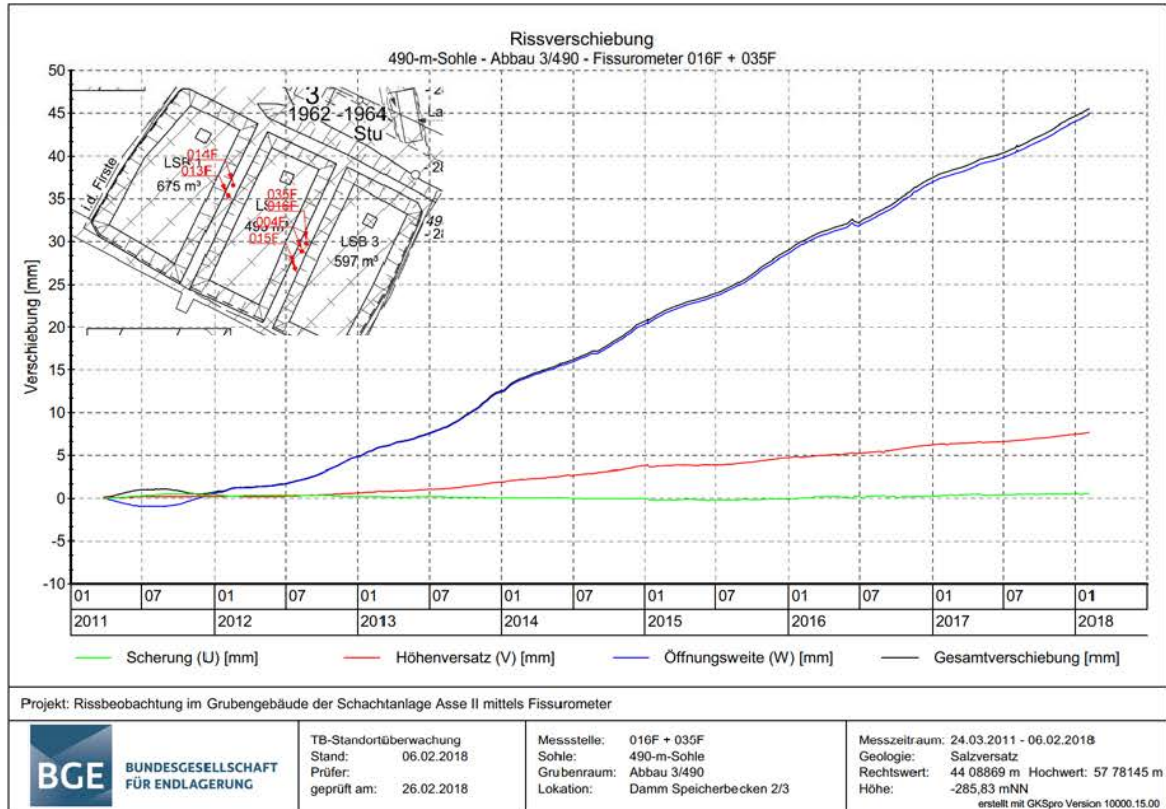


### Anhang 8.10: Ergebnisse der Messstelle 033 F (004 F)

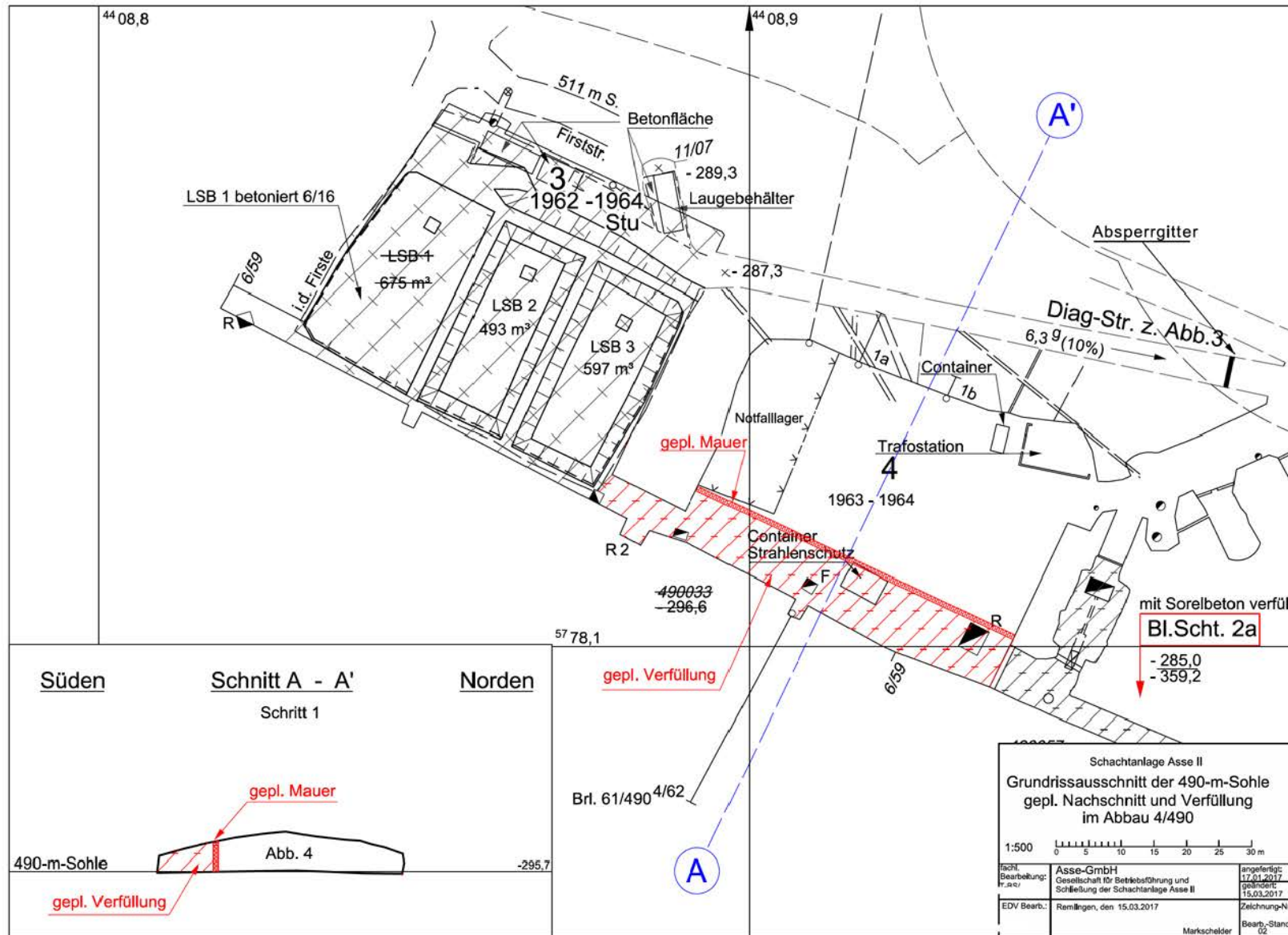


Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2009	100	9,91	-0,56	-0,17	9,93
2010	365	8,64	0,02	0,91	8,67
2011	365	6,86	-0,80	1,13	6,96
2012	366	6,32	-0,50	0,05	6,31
2013	365	6,91	-0,71	-0,13	6,91
2014	365	6,49	-3,19	-1,02	6,75
2015	365	5,19	-0,39	0,17	5,20
2016	366	4,87	-0,14	0,12	4,85
2017	365	4,73	-0,33	-0,02	4,74
2018	51	7,75	-0,10	-0,08	7,71


### Anhang 8.11: Ergebnisse der Messstelle 035 F (016 F)



Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	283	0,71	0,29	0,54	0,94
2012	366	4,23	0,38	-0,22	4,10
2013	365	7,57	1,30	-0,19	7,67
2014	365	8,41	1,88	-0,04	8,61
2015	365	8,42	0,91	-0,06	8,45
2016	366	8,29	1,50	0,37	8,43
2017	365	7,01	1,24	0,25	7,12
2018	51	8,36	1,81	0,30	8,55

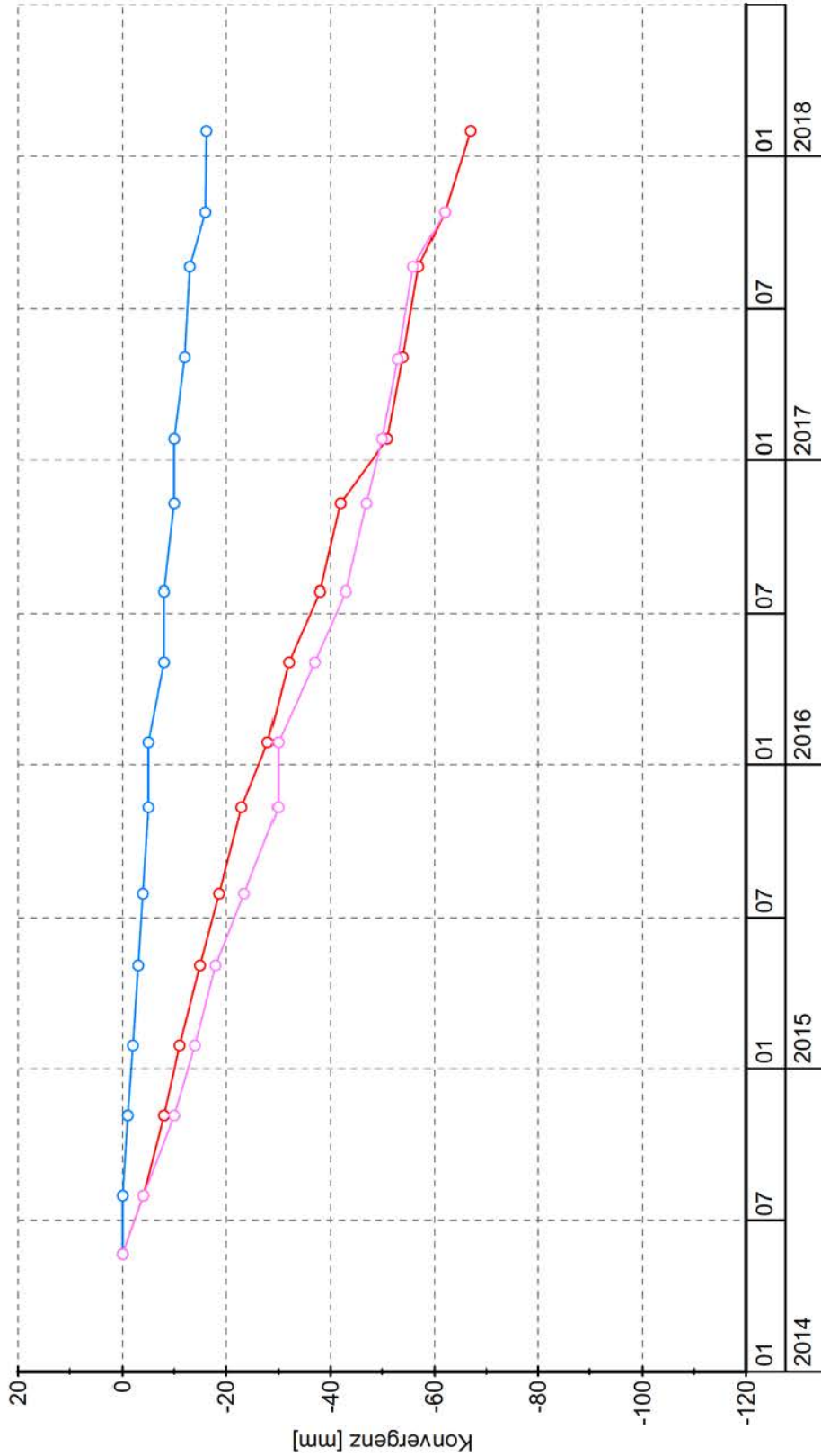


Anhang 8.12: Geplante Stabilisierungsmaßnahmen im Abbau 4/490

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016 00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							Blatt: 377
							 <b>BGE</b> BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerUNG

**Anhang 8.13: Konvergenzmessungen im Abbau 4/490**

Konvergenzmessungen auf der 490-m-Sohle  
Abbau 4/490



Messquerschnitt	4919-4920 H	
H - Horizontal	4921-4922 H	
V - Vertikal	4923-4924 H	



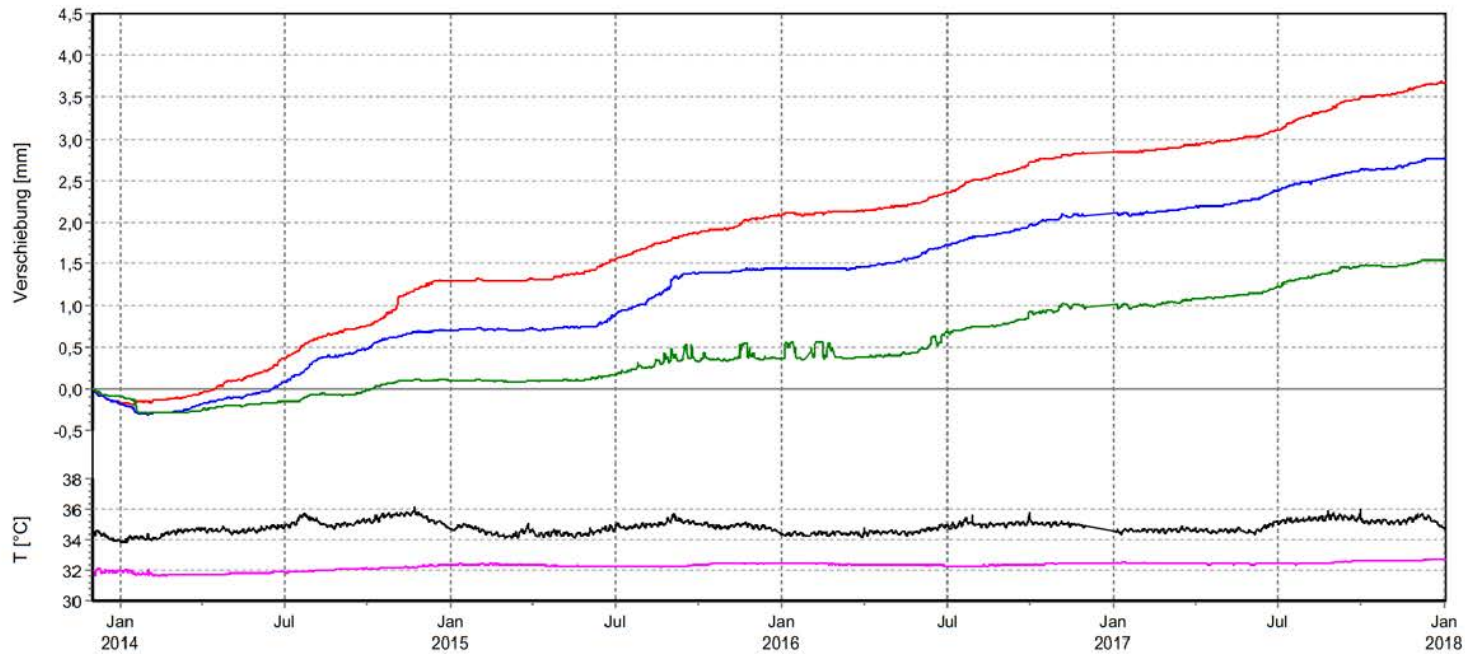
BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
Projekt Asse  
TB Standortüberwachung  
Am Walde 2  
38319 Remlingen

Datum: 16.04.2018  
Seite: 1  
Anlage: MFA 490-2  
Prog.: GLA 8.8.1  
Stand: 22.11.2016  
Ausw.: FIEx-490002\_mit\_Temp

Projekt: MFA 490-2

### Extensometer- und Temperaturmessungen in der Firste des Abbau 4/490



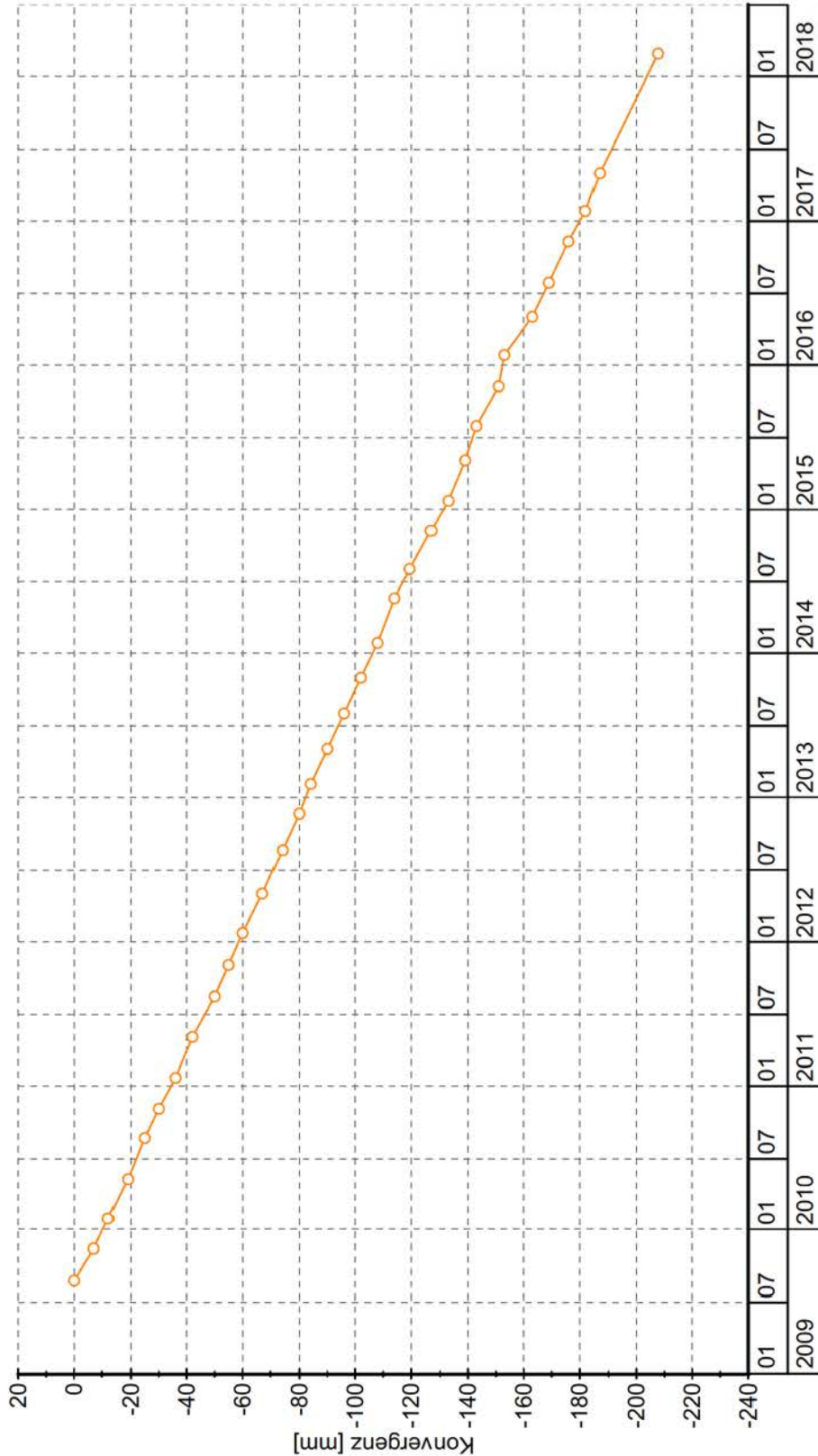
Kurve	Messstelle	Messart	Messrichtung	Lokation	Einbautiefe	Höhe	Zeitraum
—	MFA 490-2_01	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:01:12 - 01.01.18 23:59:59
—	MFA 490-2_02	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	06,00 m	-283,81 mNN	03.12.13 10:05:25 - 01.01.18 23:59:59
—	MFA 490-2_03	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	03,00 m	-286,81 mNN	03.12.13 10:05:38 - 01.01.18 23:59:59
—	MFA 490-2_04	Temperatur	—	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:05:50 - 01.01.18 23:59:59
—	MFA 490-2_05	Temperatur	—	Firste Abbau 4/490	Kopfpunkt	-289,81 mNN	03.12.13 10:06:01 - 01.01.18 23:59:59

### Anhang 8.14: Firstextensometer 490002 im Abbau 4/490

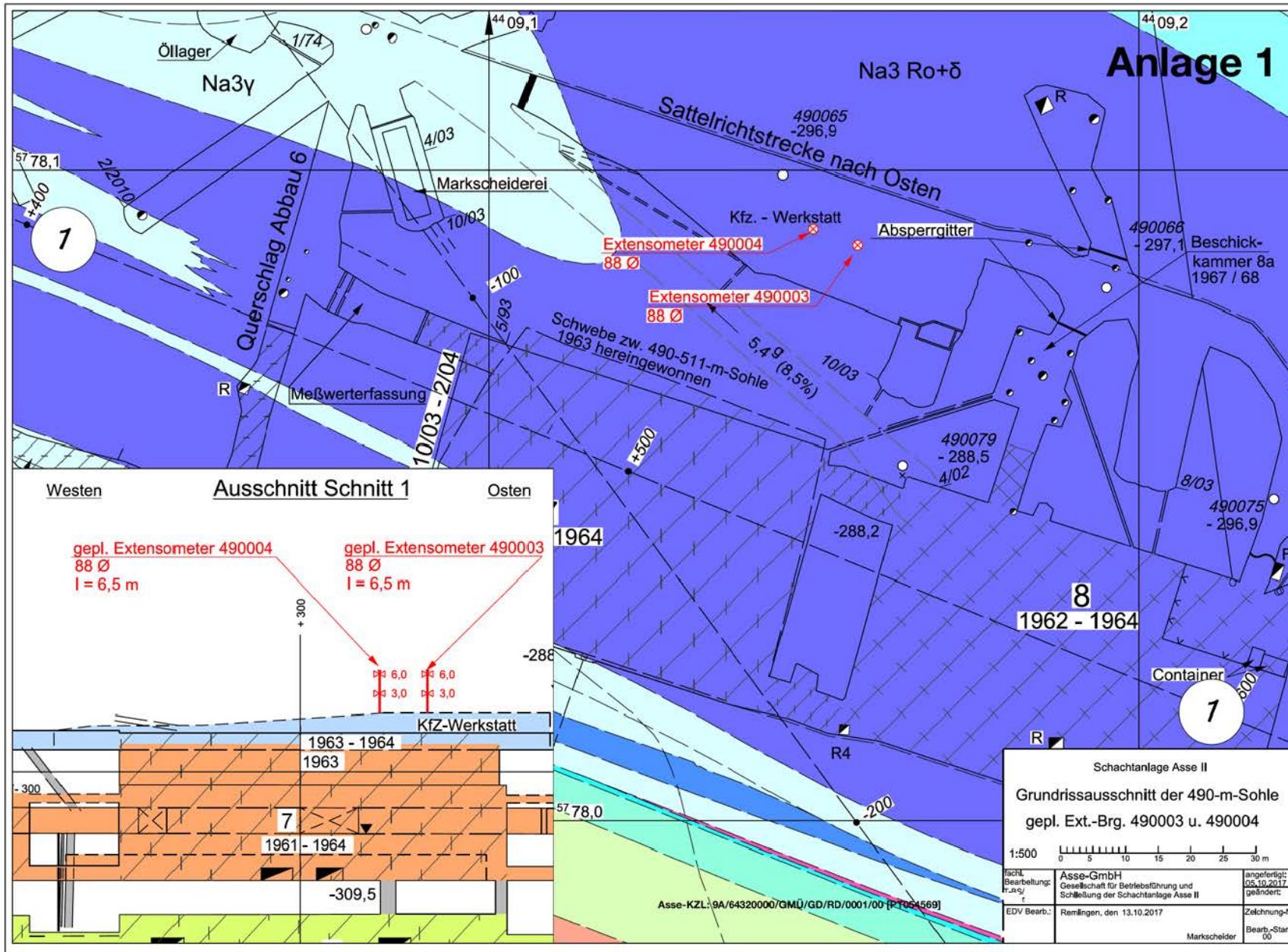
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

### Anhang 8.15: Konvergenzmessungen im Abbau 8/490


Konvergenzmessungen auf der 490-m-Sohle  
Abbau 8/490




Messquerschnitt	4909-4910 H
H - Horizontal	
V - Vertikal	



Anhang 8.16: Geplante Firstextensometer in der Kfz-Werkstatt/490

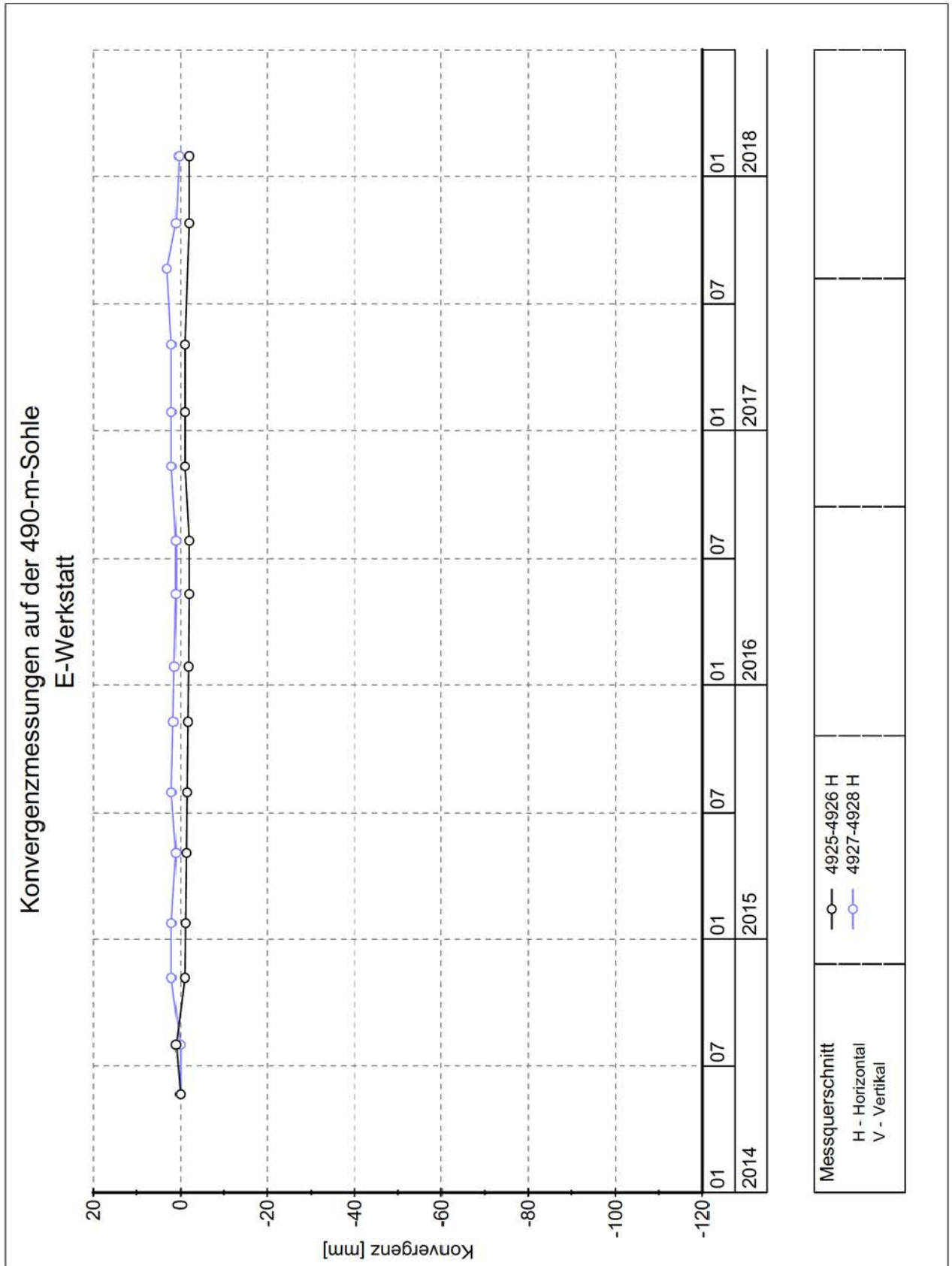
Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016 00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse															
Blatt: 381															
 BGE BUNDESGESellschaft FÜR ENDLagerUNG															

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

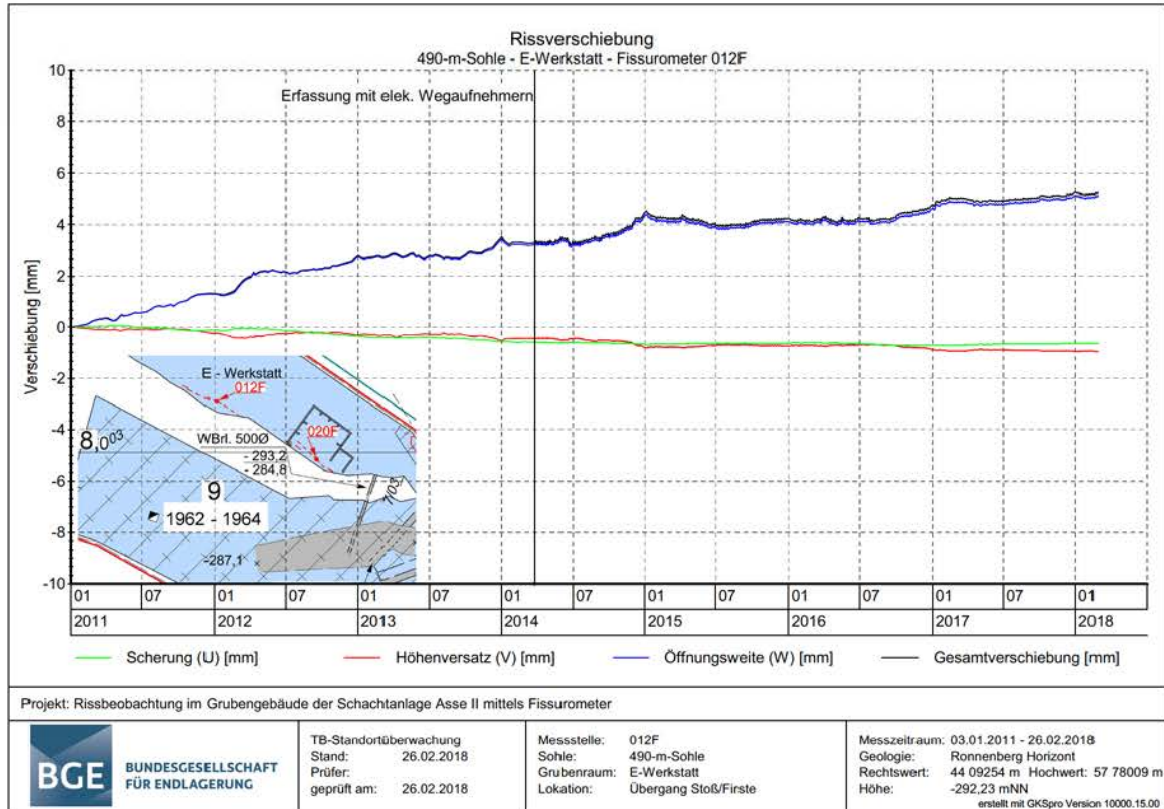
Blatt: 382

### Anhang 8.17: Konvergenzmessungen in der E-Werkstatt/490



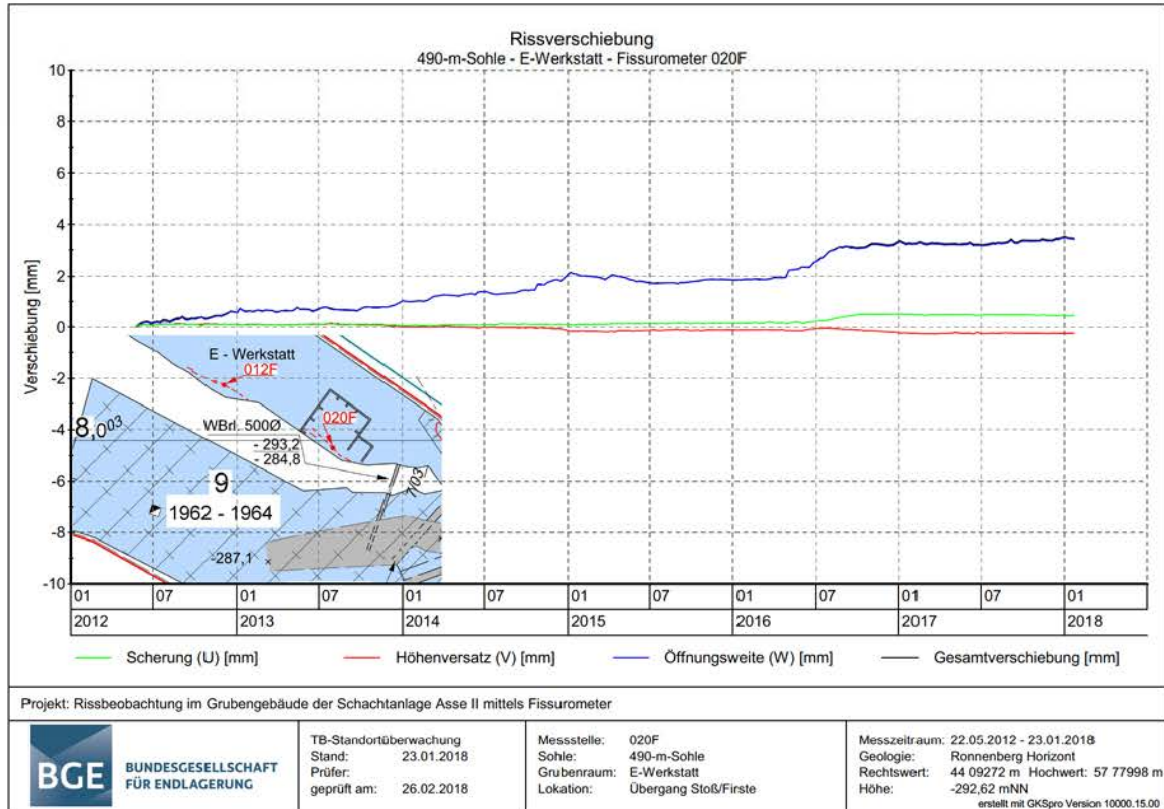


### Anhang 8.18: Ergebnisse der Messstelle 012 F

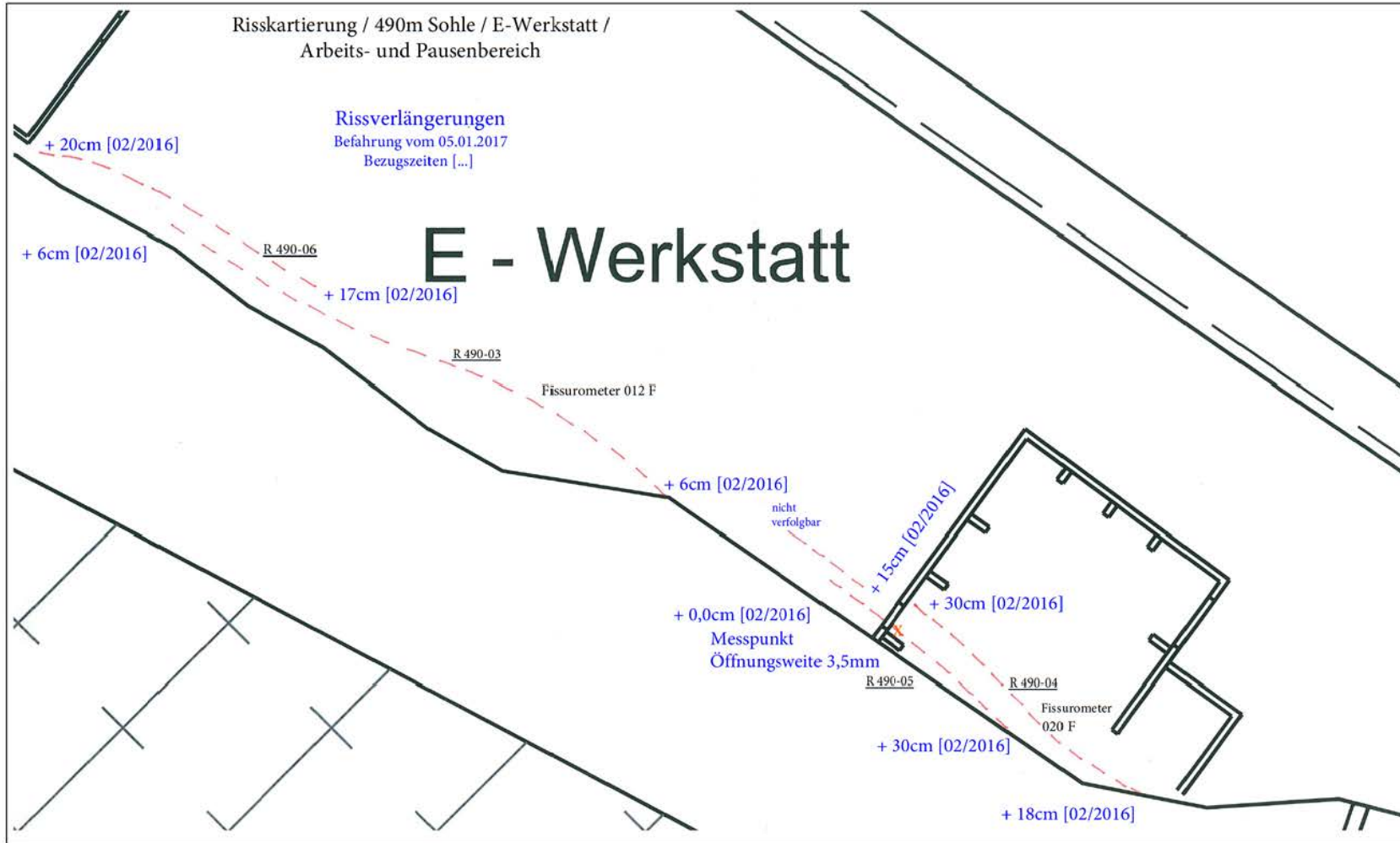


Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	363	1,30	-0,23	-0,12	1,32
2012	366	1,45	-0,08	-0,24	1,47
2013	365	0,66	-0,20	-0,20	0,70
2014	365	0,90	-0,27	-0,12	0,94
2015	365	-0,22	0,06	0,05	-0,23
2016	366	0,56	-0,16	-0,09	0,58
2017	365	0,49	-0,07	0,08	0,49
2018	57	0,01	-0,06	0,08	0,02


### Anhang 8.19: Ergebnisse der Messstelle 020 F



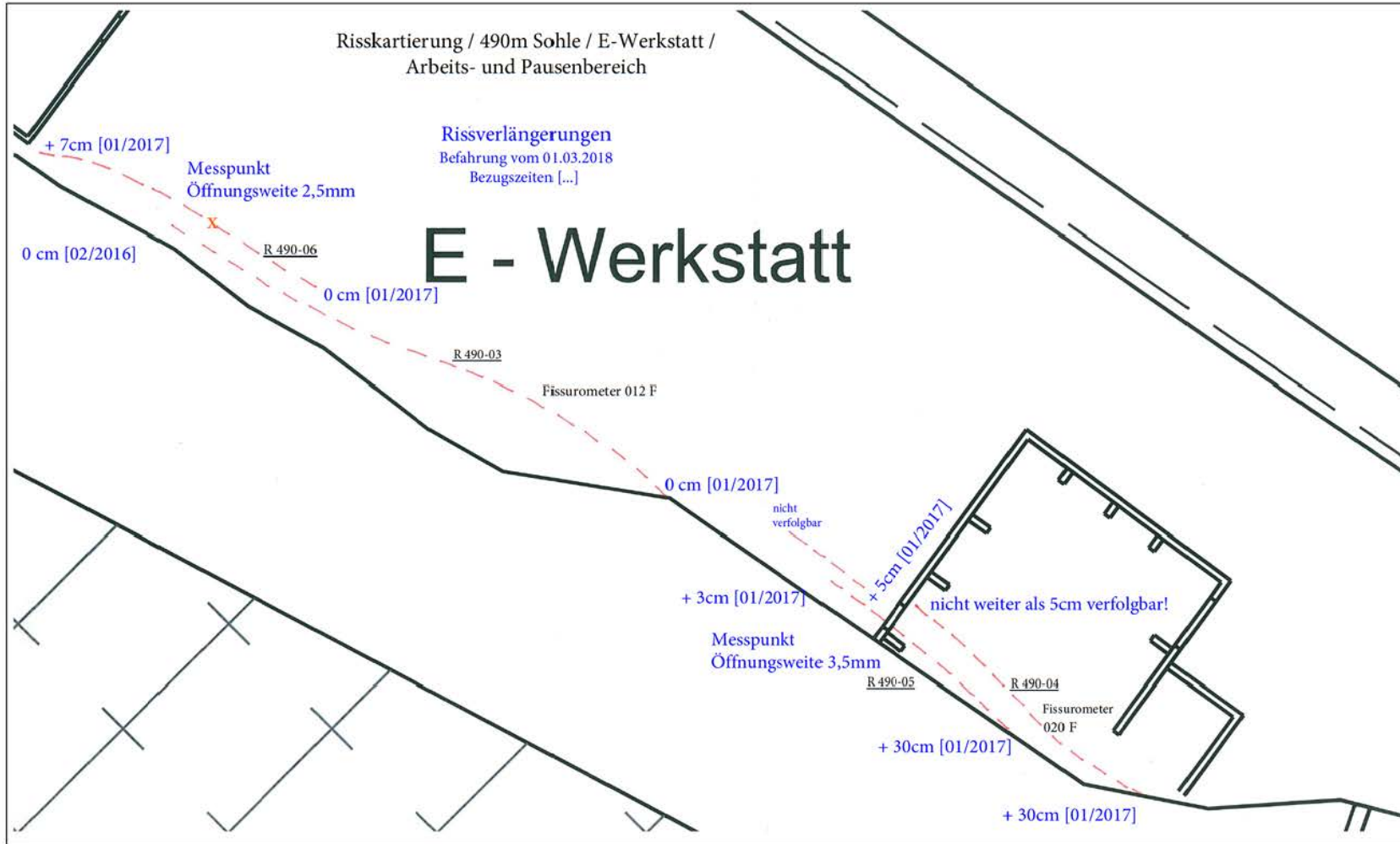
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2012	224	0,94	0,18	0,18	0,97
2013	365	0,45	-0,10	-0,05	0,43
2014	365	1,01	-0,14	0,04	1,02
2015	365	-0,21	0,02	0,07	-0,21
2016	366	1,45	-0,10	0,35	1,49
2017	365	0,18	-0,02	-0,04	0,17
2018	51	-0,17	0,00	-0,13	-0,18




Anhang 8.20: Rissdokumentation 2017

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNA	AAAN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	Blatt: 385

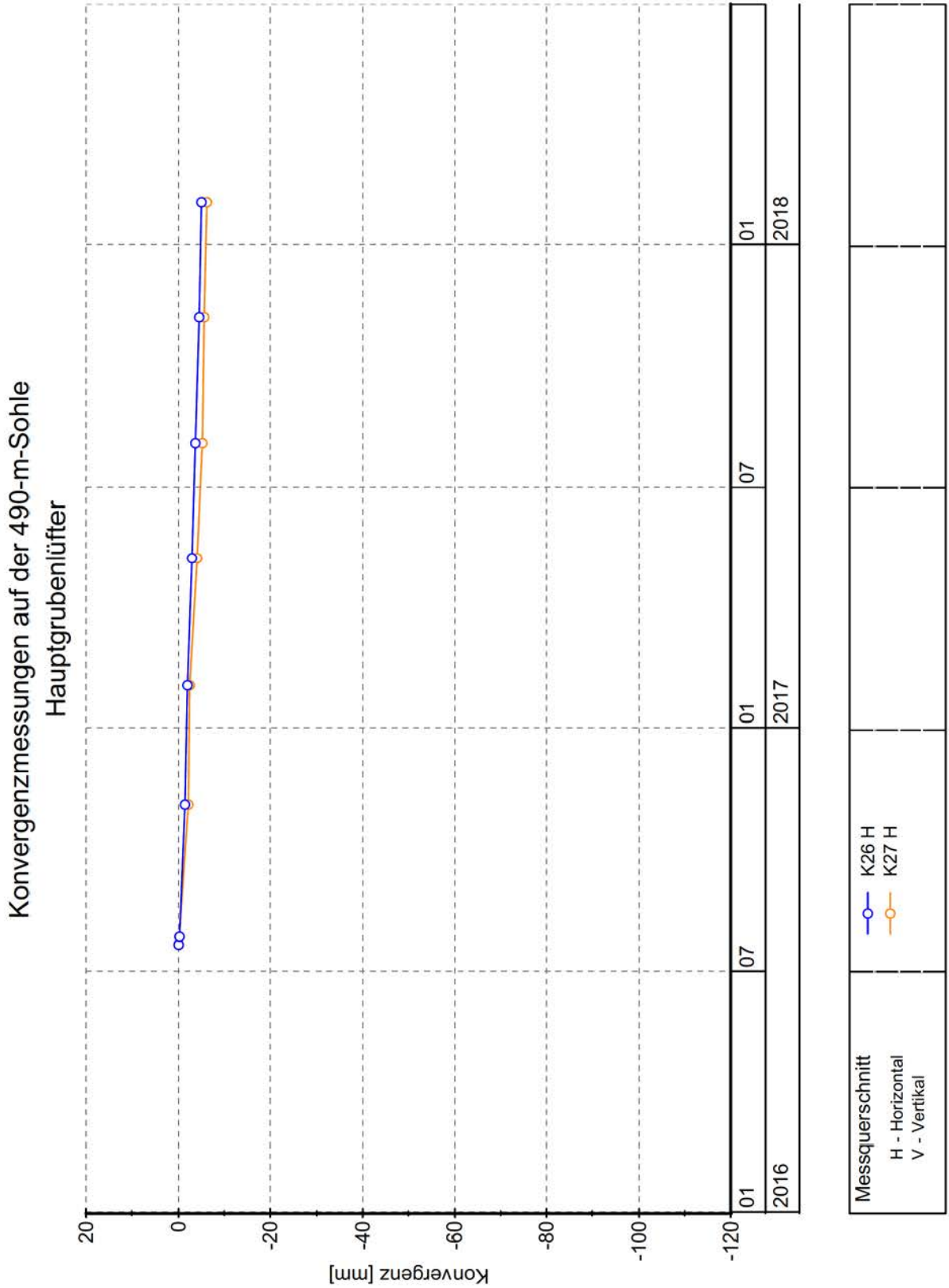
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse



Anhang 8.21: Rissdokumentation 2018

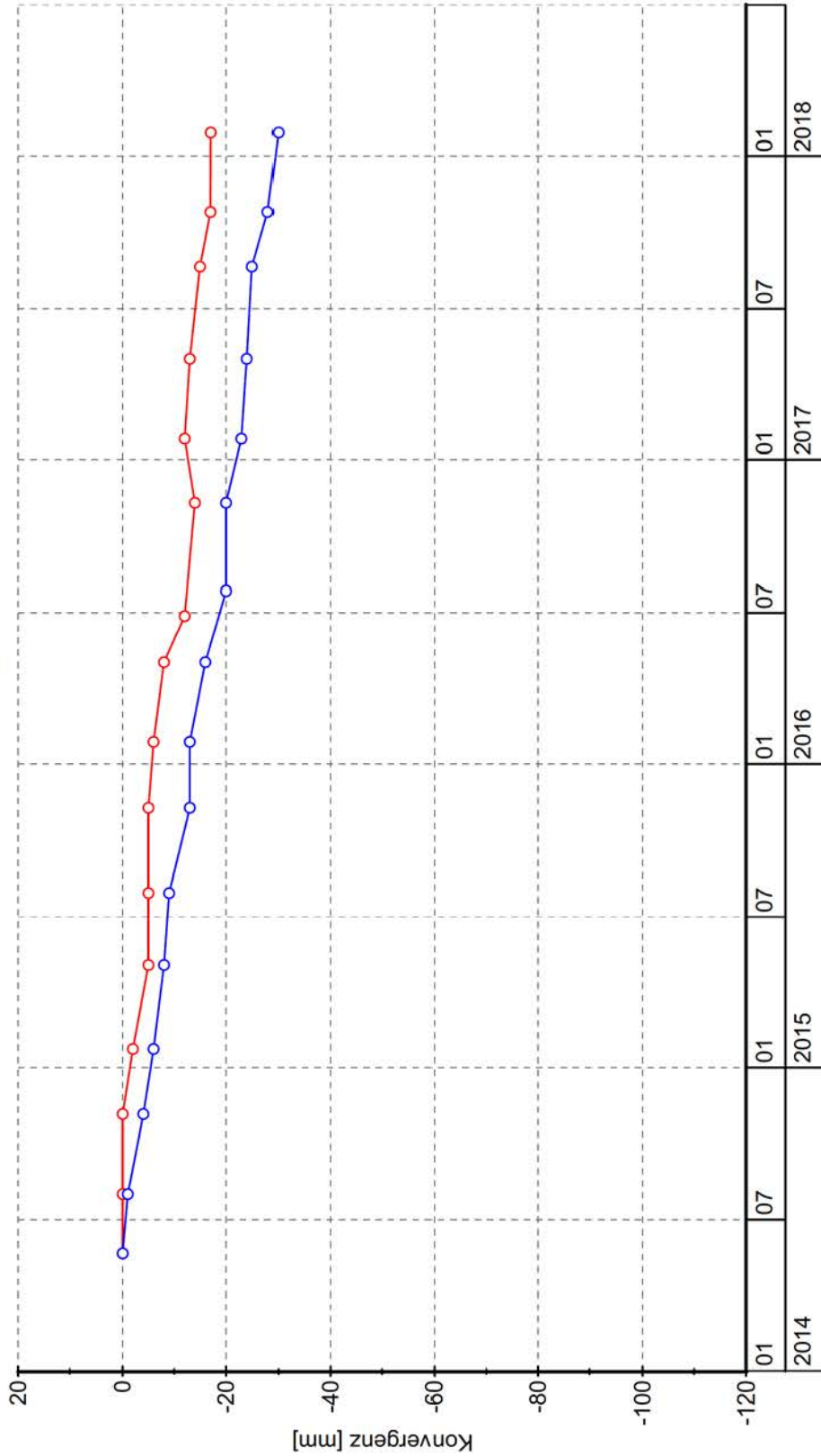
Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016 00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													Blatt: 386		
													 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG		

### Anhang 8.22: Konvergenzmessungen im Bereich des Hauptgrubenlüfters/490




**Anhang 8.23: Konvergenzmessungen im Abbau 2/511**

Konvergenzmessungen auf der 511-m-Sohle  
Abbau 2/511



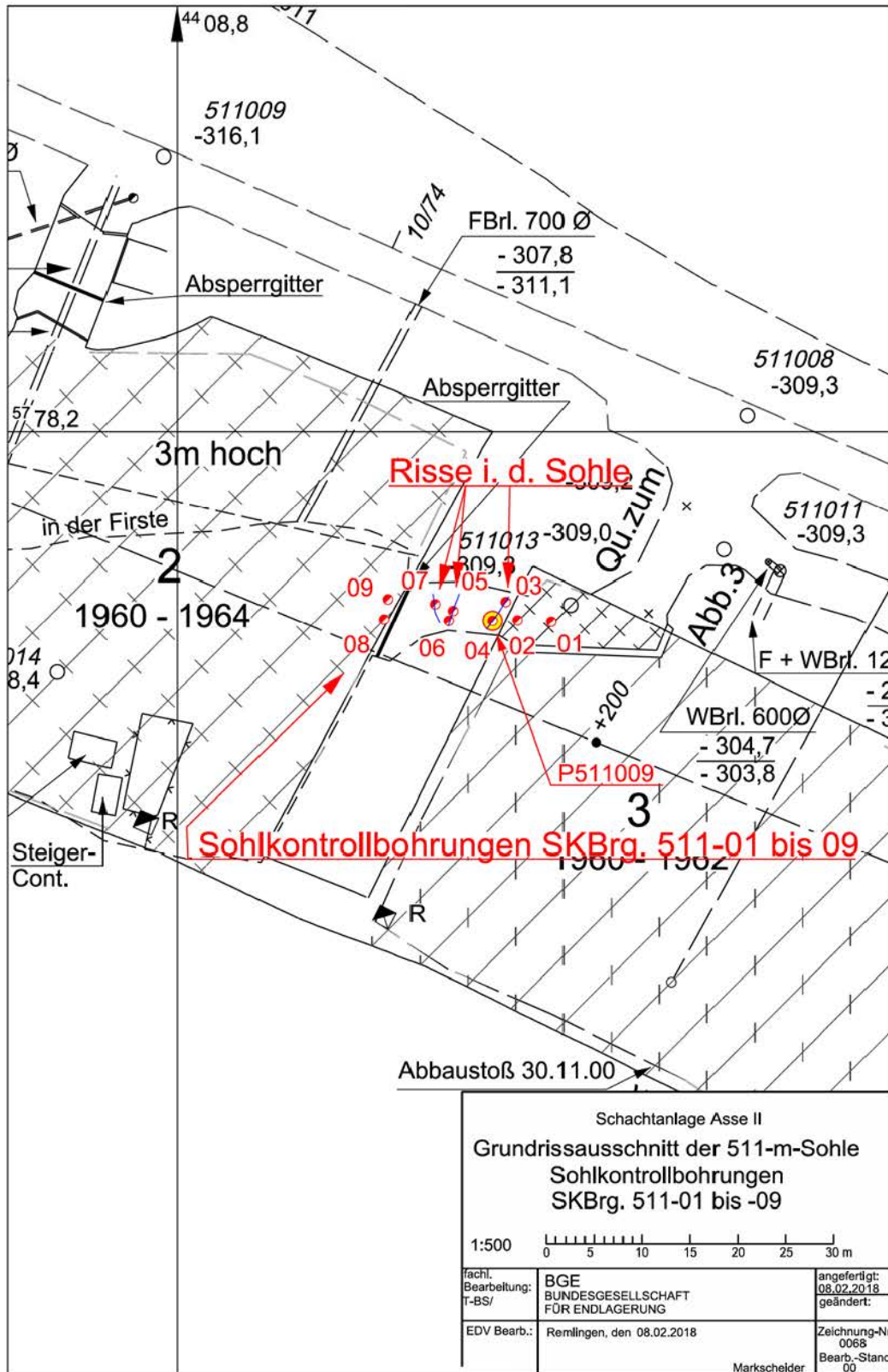
Messquerschnitt	5111-5112 H	
H - Horizontal	5113-5114 H	
V - Vertikal		

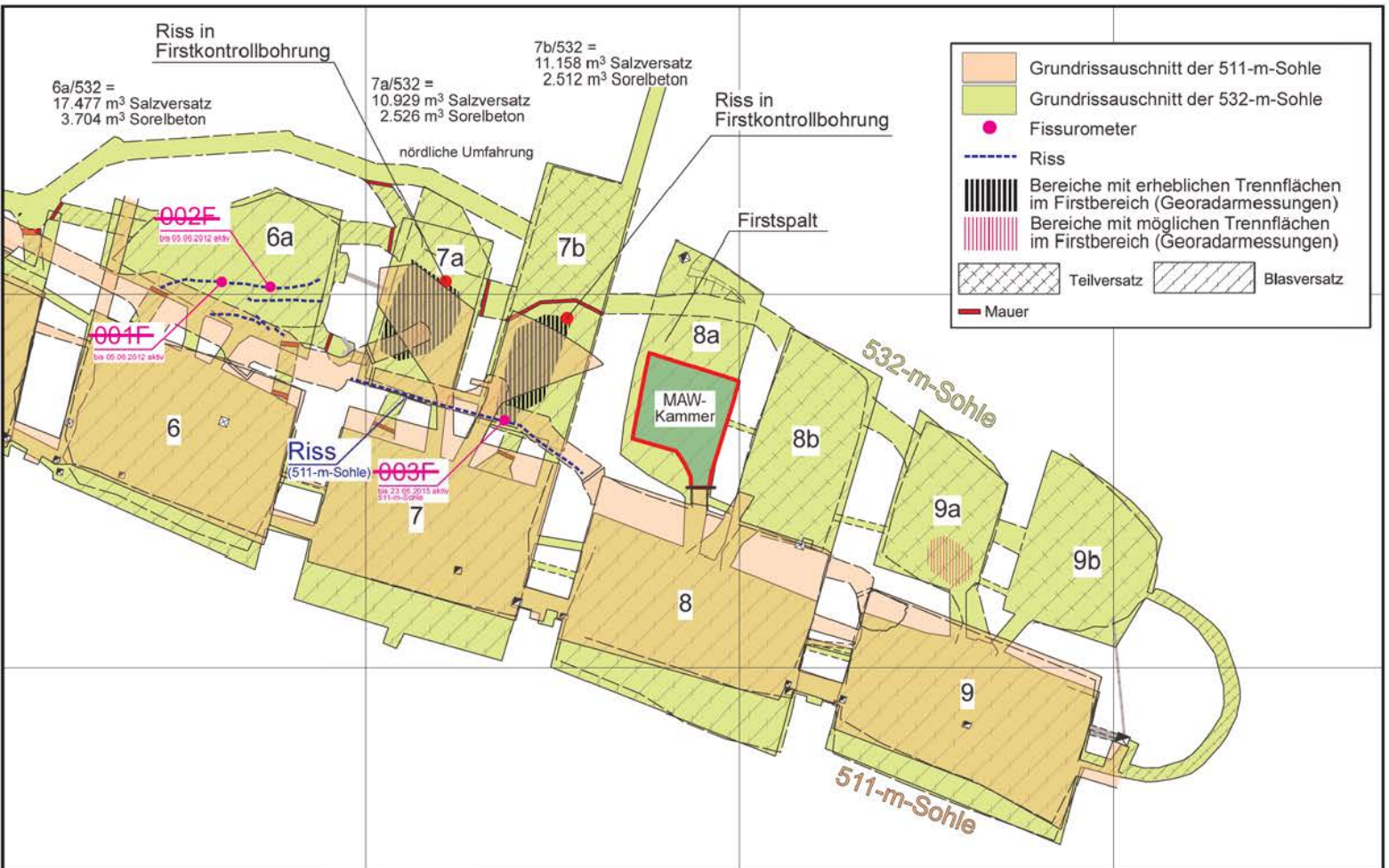
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse


Blatt: 389

**Anhang 8.24: Lage der Risse und der Sohlkontrollbohrungen im Bereich des Pfeiler 2/3 auf der 511-m-Sohle**





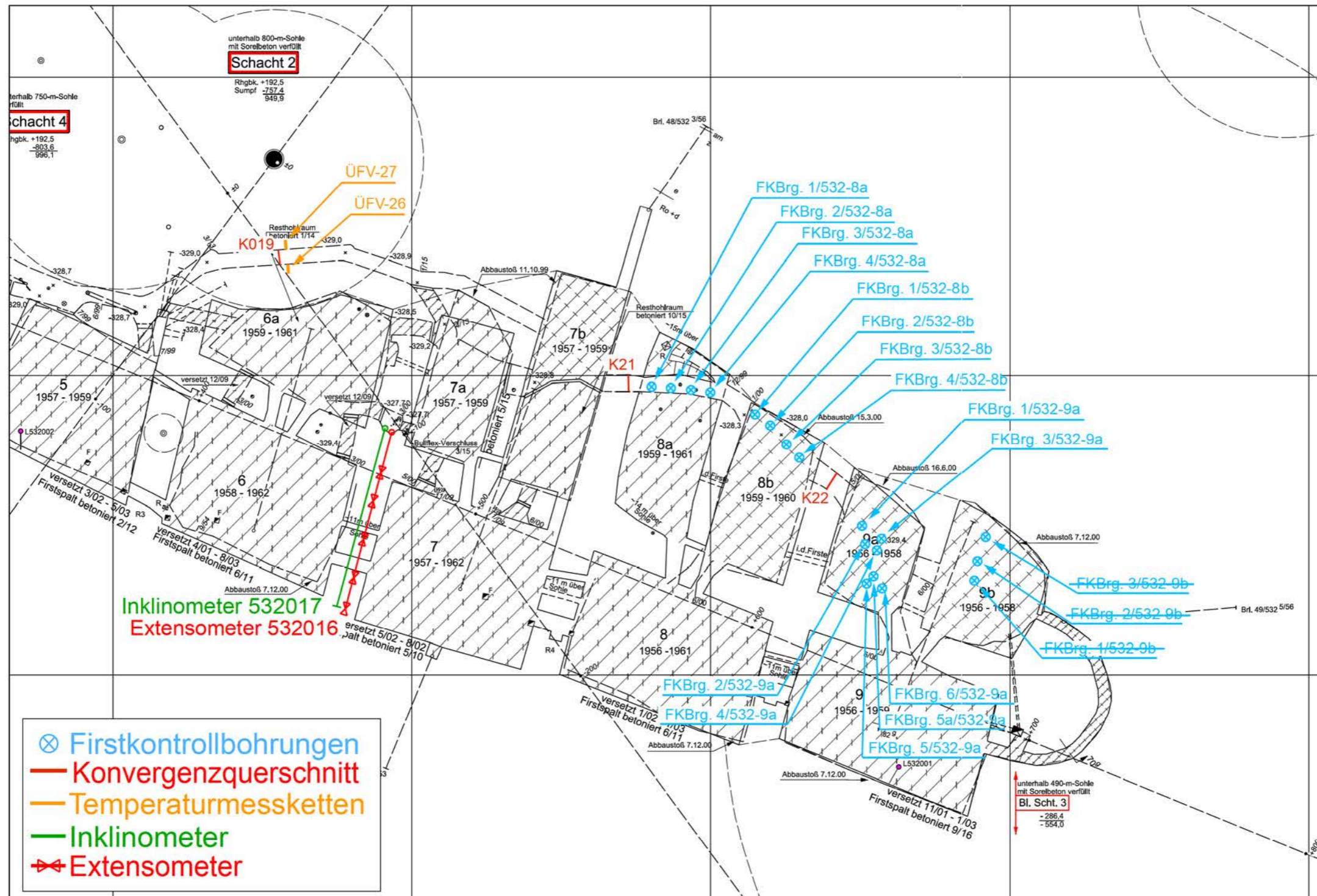
Anhang 9: Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle  
 Anhang 9.1: Draufsicht der 511- und 532-m-Sohle mit Übersicht der Befunde

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 390								
 <b>BGE</b> BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG								



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
9A	64300000	GMÜ	AANNNA	AANN	GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse									Blatt: 391

Anhang 9.2: Lageplan der geotechnischen Messstellen auf der 532-m-Sohle, Stand März 2018



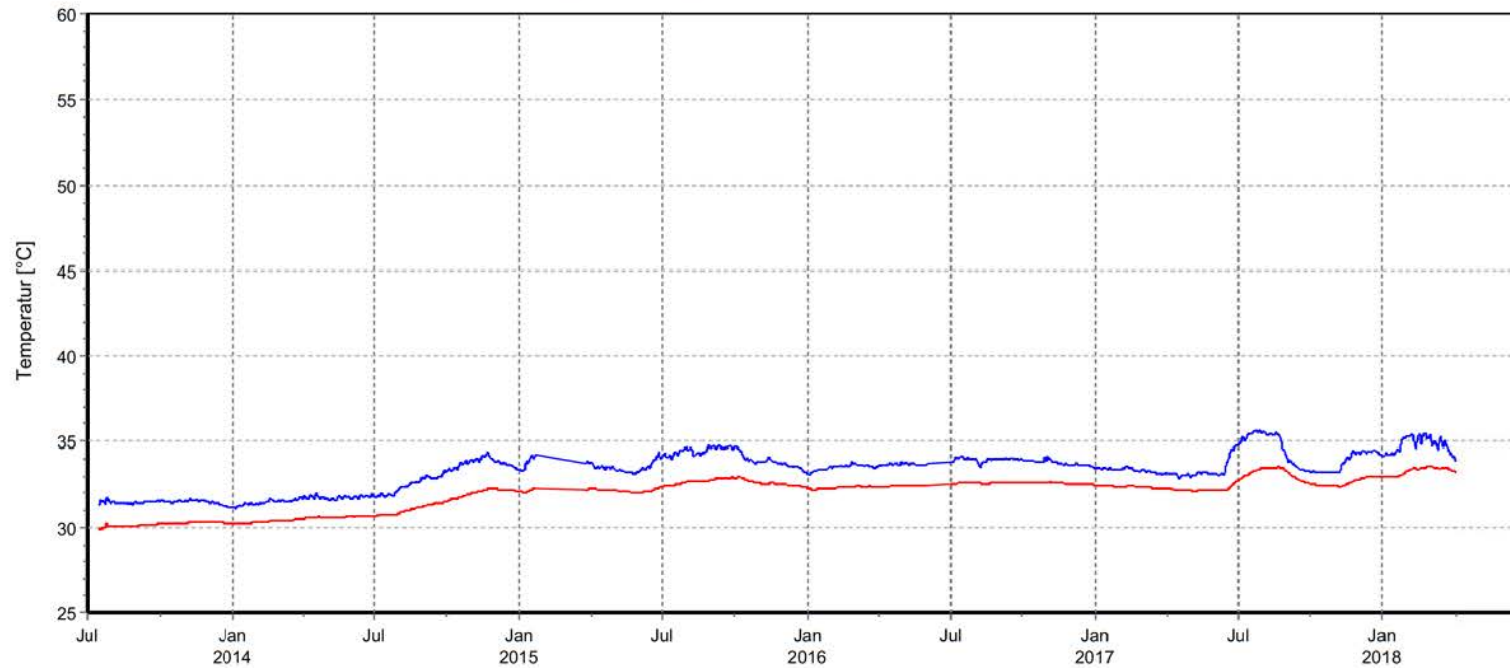


BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
 Projekt Asse  
 TB Standortüberwachung  
 Am Walde 2  
 D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

**532-m-Sohle, Umfahrung Abbau 6a/532, Brg. ÜFV-26**  
 Schachtsicherheitspeiler (Nordstoß Abbau 6a/532)  
**Temperaturmessung**

Datum: 13.04.2018  
 Seite: 1  
 Anlage: Prog.: GLA 8.8.1  
 Stand: 12.02.2016  
 Ausw.: ÜFV-26-Temp



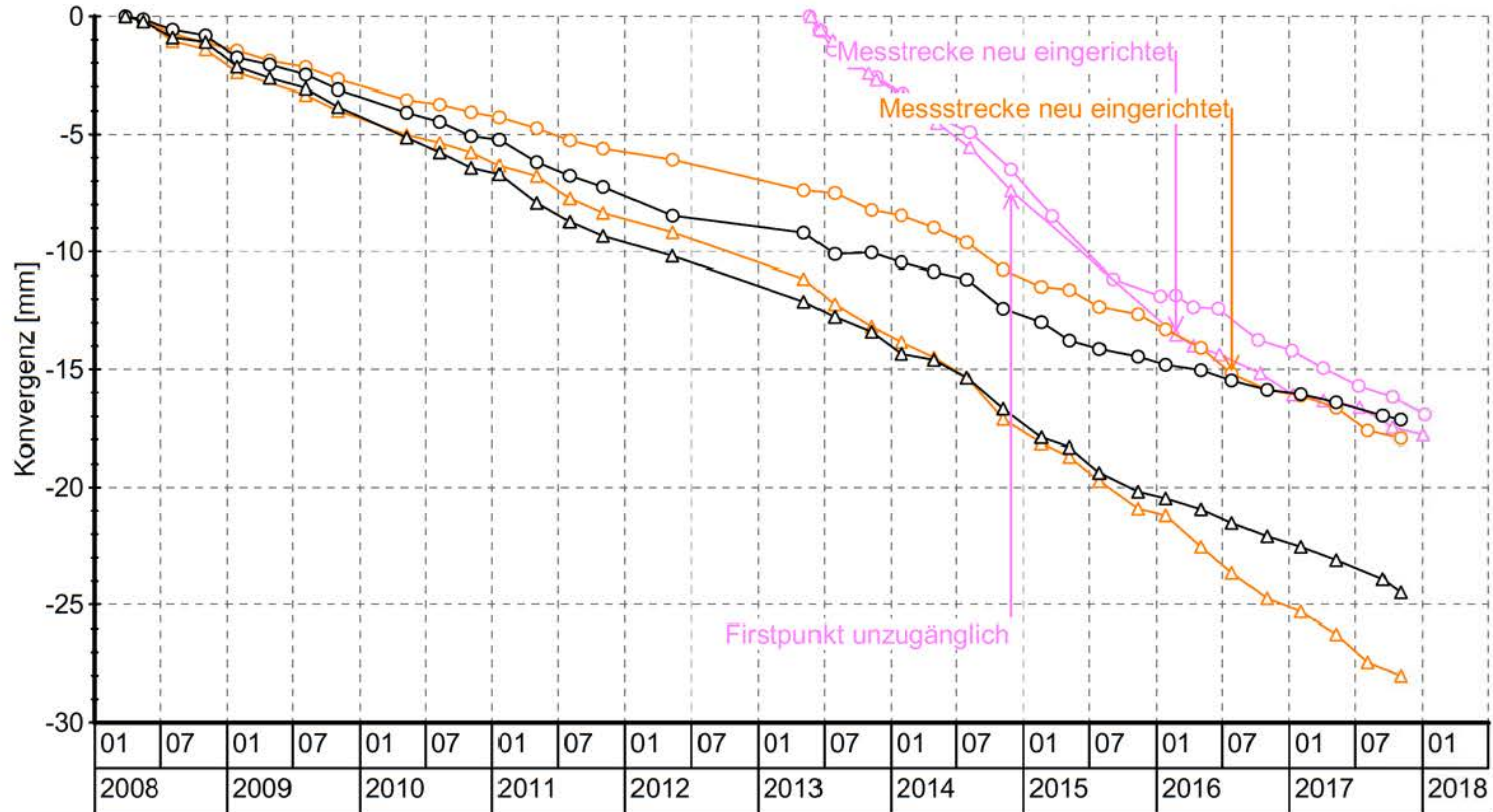
Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	19-532\3	3,0 m	3	44 09057,51 m	57 78144,68 m	-326,37 mNN	16.07.13 10:00:01 - 04.04.18 00:00:01
—	19-532\4	1,0 m	4	44 09057,91 m	57 78142,74 m	-326,17 mNN	16.07.13 10:00:01 - 04.04.18 00:00:01

**Anhang 9.3: Ergebnisse der Temperaturmessungen**

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse										 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.		
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN		
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00		
Blatt: 392										



### Konvergenzmessungen auf der 532-m-S

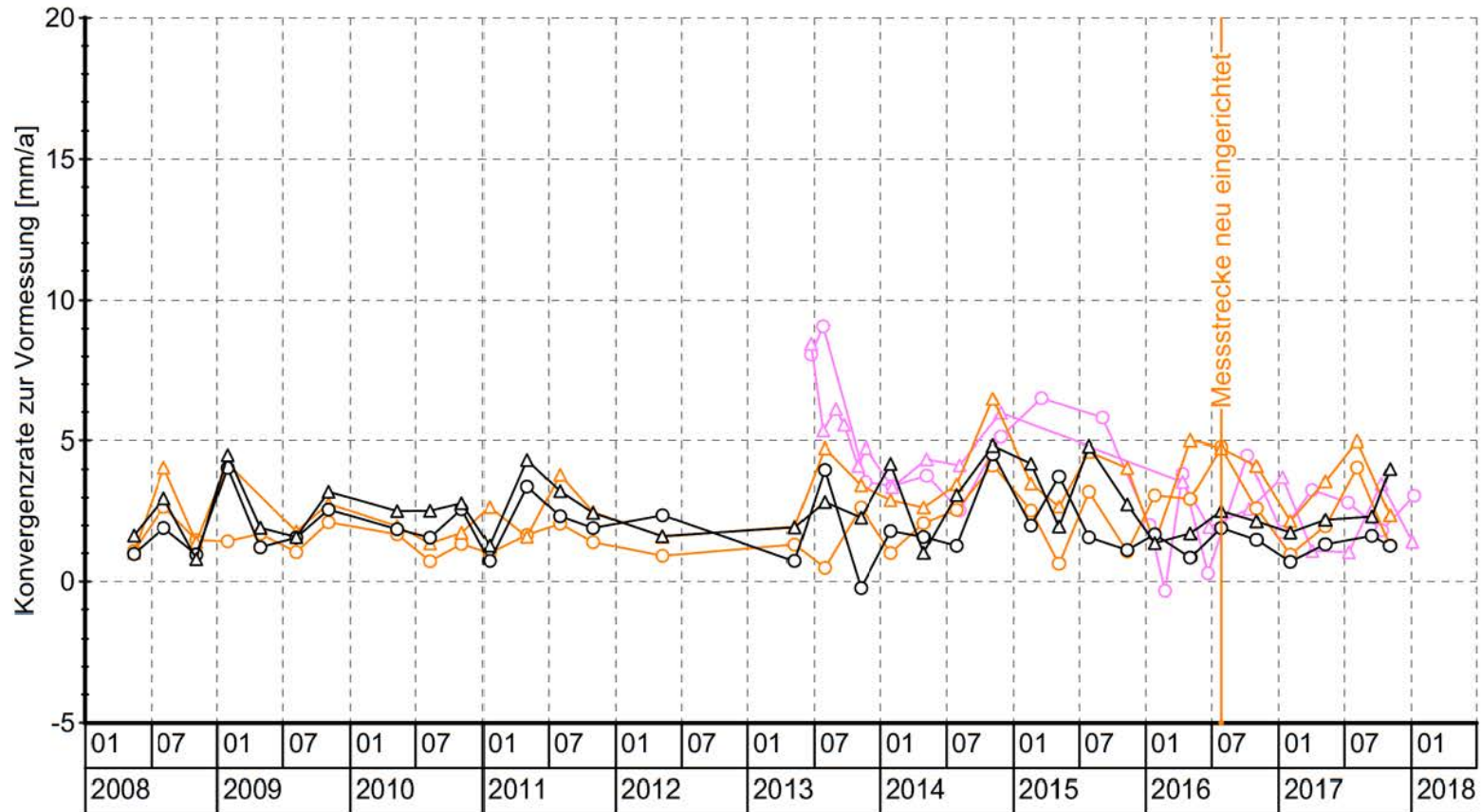


Symbol	aktive Messstelle	Messrichtung	Lokation	Grubenraum	Geologie
○	K019 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
△	K019 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
○	K21 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
△	K21 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
○	K22 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3
△	K22 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3

### Anhang 9.4: Ergebnisse der Konvergenzmessungen


Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ		AAAN	GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
Blatt: 394								 BUNDESGESellschaft FÜR ENdLAGERUNG

### Konvergenzmessungen auf der 532-m-S



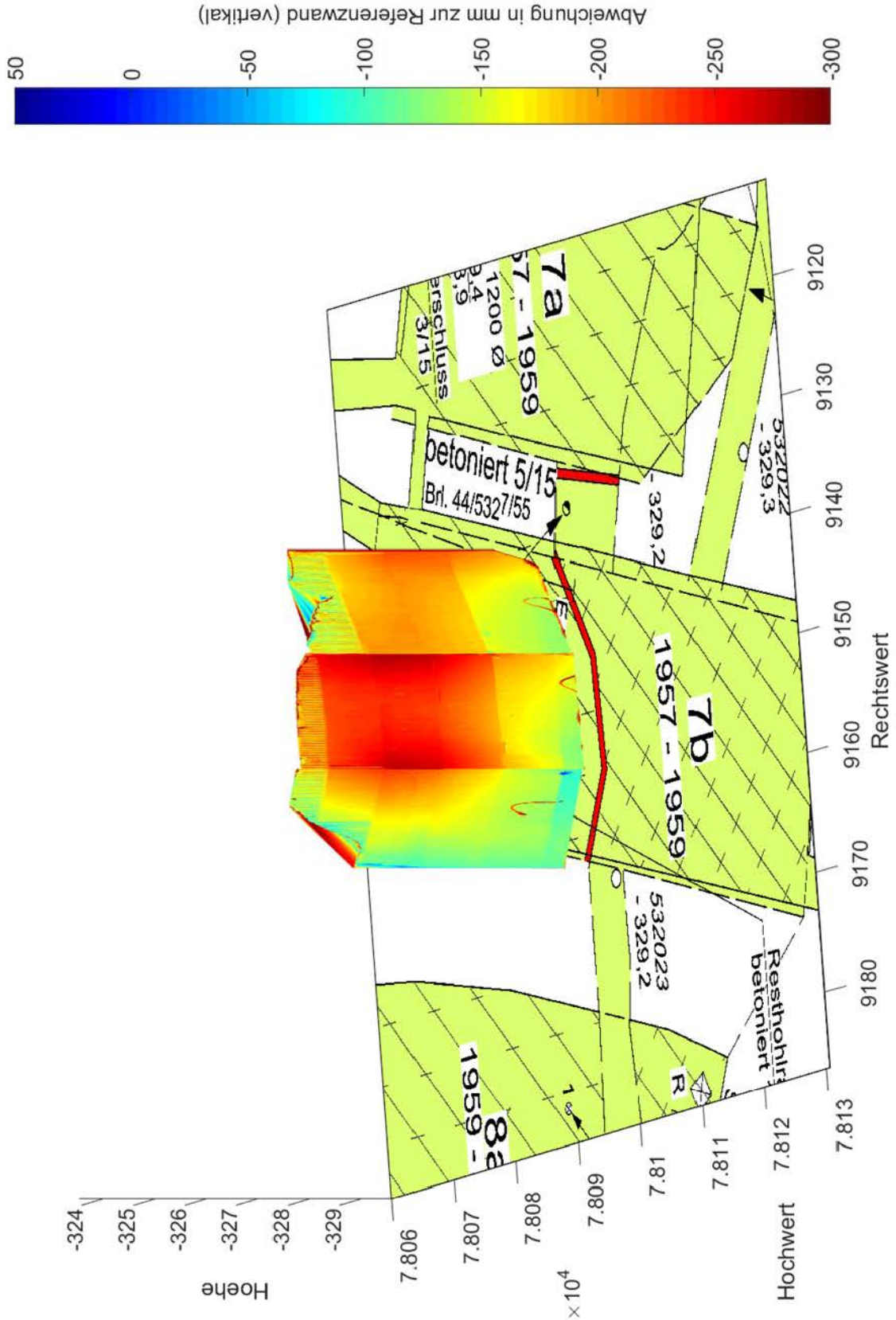
Symbol	aktive Messstelle	Messrichtung	Lokation	Grubenraum	Geologie
○ (pink)	K019 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
△ (pink)	K019 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
○ (orange)	K21 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
△ (orange)	K21 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
○ (black)	K22 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3
△ (black)	K22 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3


Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 395								

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 396

### Anhang 9.5: Ergebnisse der Überwachung der Mauer im Nebenabbau 7b/532



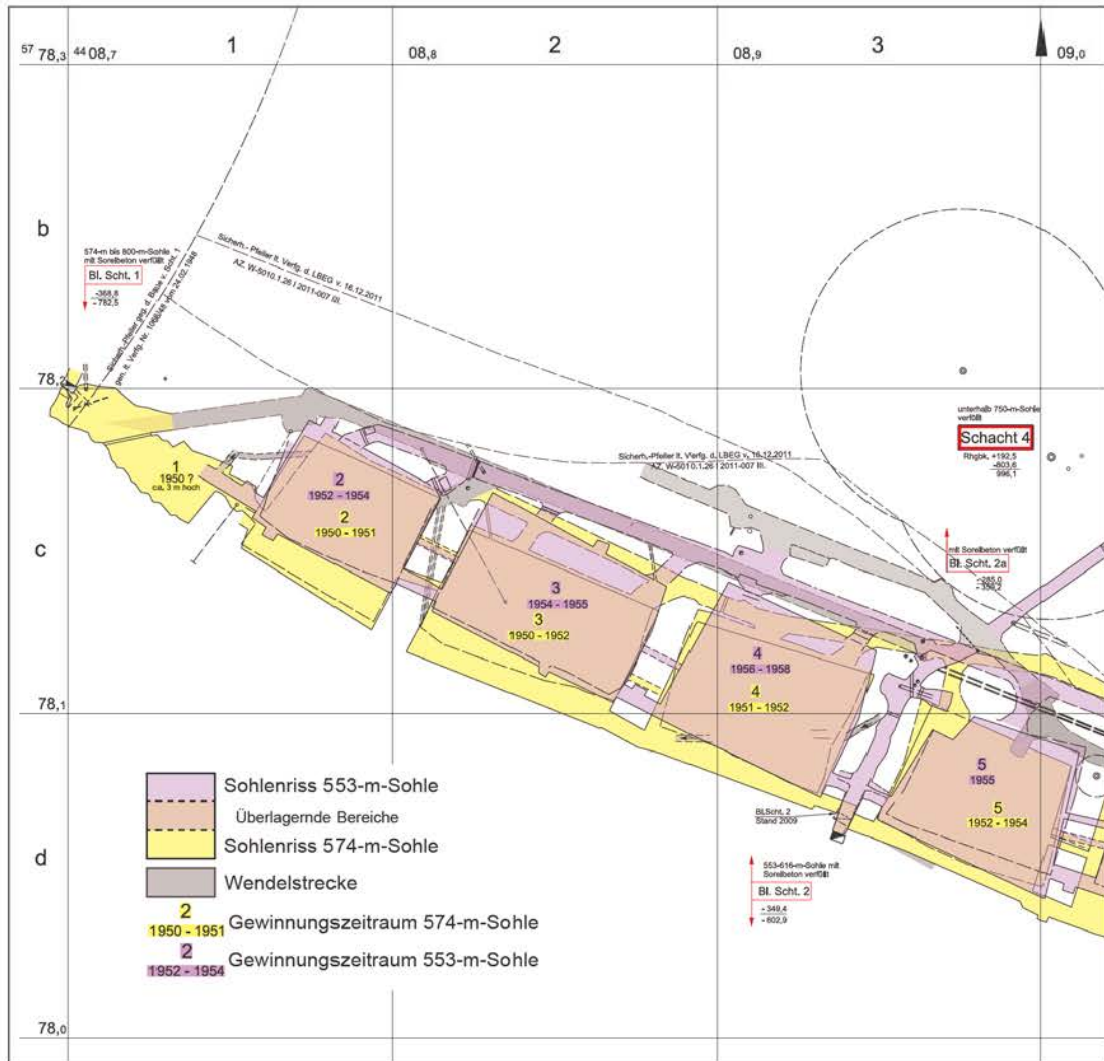
Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

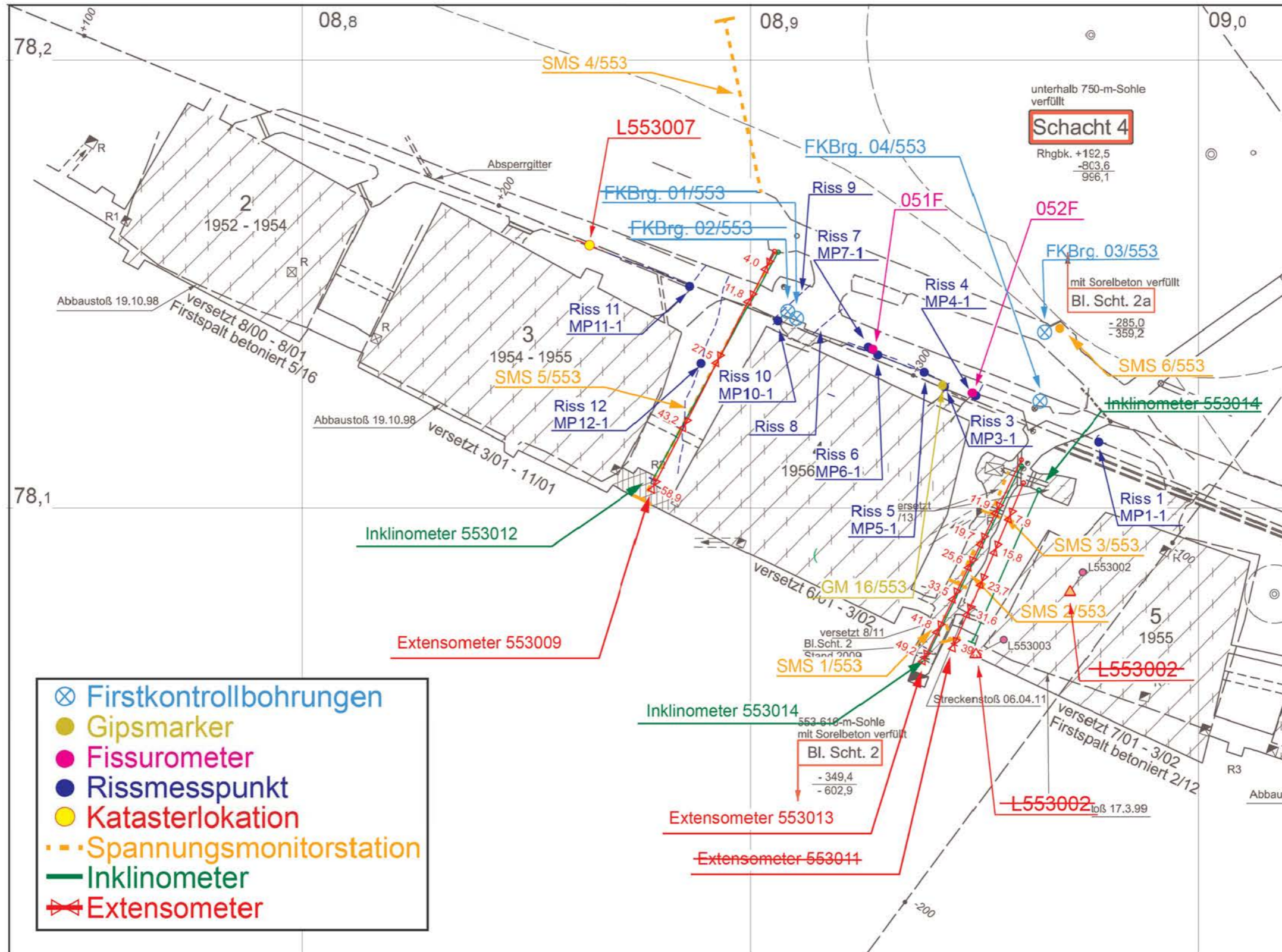
Blatt: 397

## Anhang 10: Westflügel der 553- und 574-m-Sohle

### Anhang 10.1: Draufsicht der 553- und 574-m-Sohle

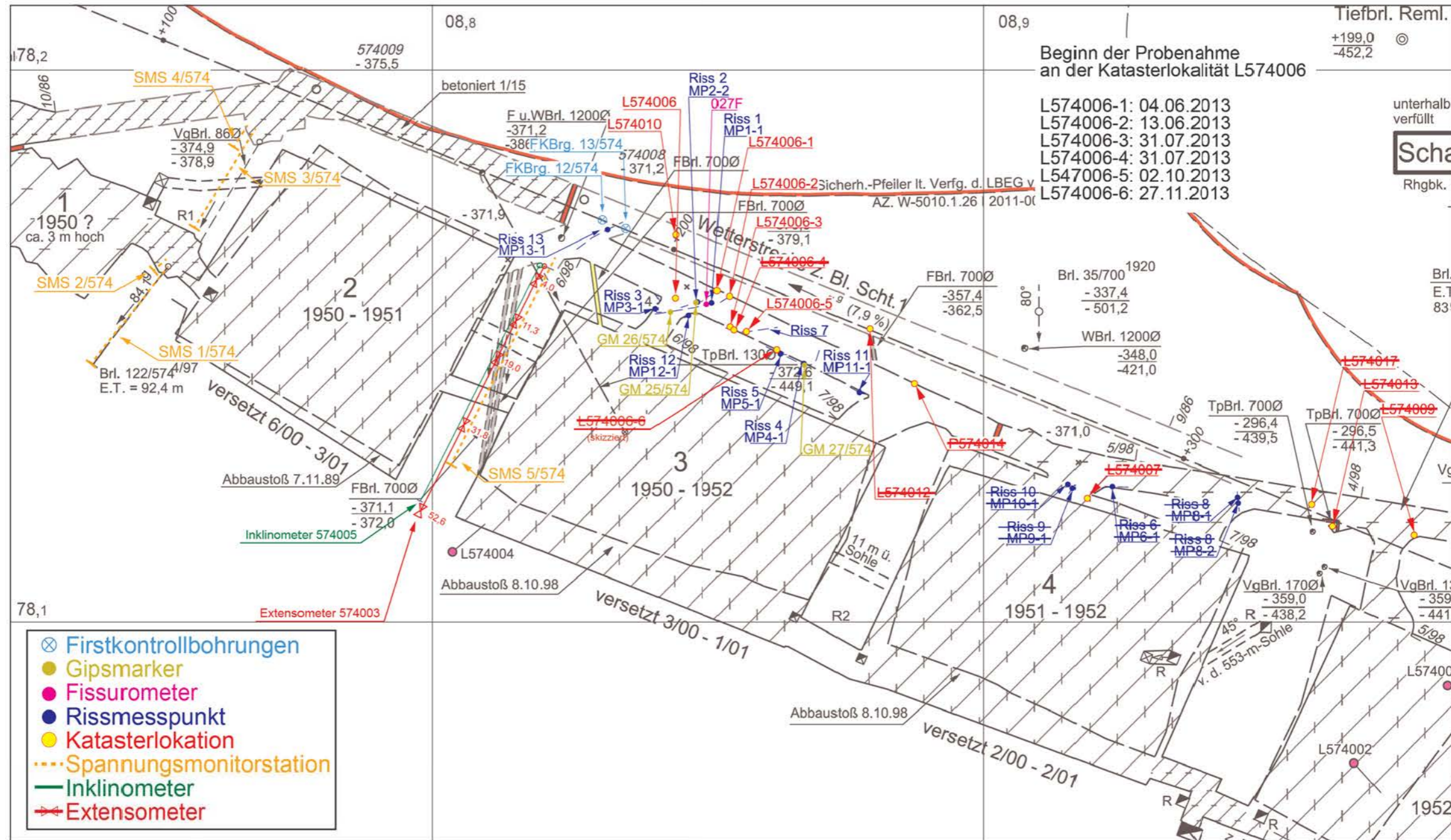



**Anhang 10.2: Grundrissausschnitt der 553-m-Sohle im Bereich der Abbaue 2/553 bis 6/553 mit Lage der Katasterlokaltäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischer Messstellen**





**Anhang 10.3: Grundrissausschnitt der 574-m-Sohle im Bereich des Abbaus 3/574 mit Lage der Katasterlokaltäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischer Messstellen**



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNNAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE							
Blatt: 400							
 <b>BGE</b> BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG							

**Anhang 10.4: Ergebnisse der Rissbeobachtungen**  
**Rissaufnahme in der Abbaugleitrecke im Bereich der Abbaue 3/553 bis 6/553**

Riss Nr.	Messpunkt Nr.	Öffnungsweite am Messpunkt [mm]		Rissverlängerung seit 08/2014	Bemerkung
		08.03.2017	21.02.2018		
R1	MP1-1	3,5	4,0	keine Veränderung <sup>(1)</sup>	taucht in die Sohle ab, im Ausbruch der Frase teilt sich der Riss in ein Netzwerk aus mehreren Rissen auf
R3	MP3-1	2,3	_ <sup>(4)</sup>	ca. 7 cm n. E.	GM16/553
R4	MP4-1	15,0	15,0	ca. 14 cm n. S. und ca. 22 cm n. N.	Fissurometer 052F
R5	MP5-1	20,0	1,5 <sup>(5)</sup>	ca. 50 cm n. E.	Riss taucht im Osten in die Sohle ab, Versatz im Riss, im Jahr 2017 ist ein kleiner Riss oberhalb hinzugekommen
R6	MP6-1	0,3	0,65	25 cm n. E.	-
R7	MP7-1	> 20,0	> 20,0	9 cm n. E.	Öffnungsweite Handbreit, Luftzug, Riss taucht im Osten in die Sohle ab, Fissurometer 051F, oberhalb des Risses ist im Jahr 2017 ein ca. 1m langer Riss hinzugekommen
R8	MP8-1	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(2)</sup>	Firste, geankert
R9	MP9-1	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(2)</sup>	Firste, geankert
R10	MP10-1	0,4	0,45	2 cm n. N.	Riss direkt an der Mauer
R11	MP11-1	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(2)</sup>	Fassungsstelle L553007
R12	MP12-1	4,0	_ <sup>(3)</sup>	_ <sup>(2)</sup>	-

- <sup>(1)</sup> Rissverlängerung seit 03/2017
- <sup>(2)</sup> Rissenden nicht zugänglich
- <sup>(3)</sup> Riss nicht zugänglich
- <sup>(4)</sup> ab 2017 wird die Öffnungsweite mittels Fissurometer gemessen
- <sup>(5)</sup> Messpunkt wurde zerstört und neu gesetzt

Stand: 21.02.2018


Bearbeiter:

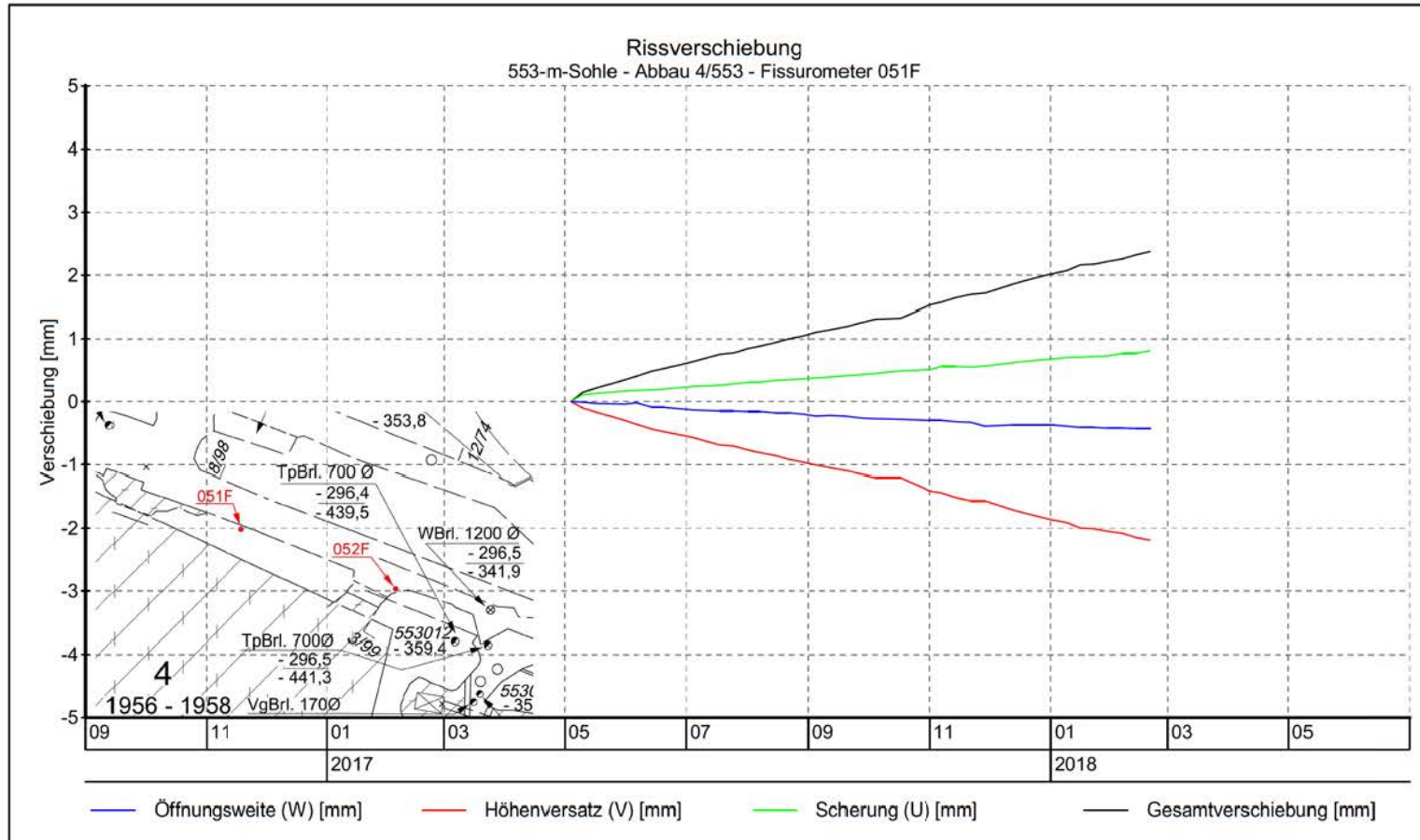
Riss Nr.	Messpunkt Nr.	Streichrichtung [°]	Fall-richtung	Fall-Winkel [°]	Öffnungsweite am Messpunkt [mm]						Rissverlängerung seit 11/2013	Bemerkung
					22.11.2013	13.08.2014	12.08.2015	17.02.2016	08.03.2017	21.02.2018		
R1	MP1-1	90	N	75	4,0	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	.. <sup>(2)</sup>	Tropfstelle L574006-2, Fissurometer 027F, Höhenversatz ca. 6 mm
R2	MP2-1	70	NW	75	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	ca. > 10 cm n.E.	Tropfstelle L574006-1, GM25/574 (Harrisse), GM26/574 (Abplatzungen)
R3	MP3-1	90	N	55	15,0	15,0	16,0	16,0	15,0	16,0	Nebenrissverlängerung um ca. 9 cm n. N, Parallelriss 2 cm n. S.	Netzwerk aus mehreren Rissen, zum Teil seit letzter Aufnahme verbunden, Nebenriss mit R3 verbunden
R4	MP4-1	30	NW	40	10,0	12,0	12,0	13,0	13,0	14,0	ca. 28 cm n. E	GM27/574 (2 Haarrisse), Riss taucht im Westen in die Sohle ab
R5	MP5-1	90	N	50	2,0	2,0	1,0	1,0	1,5	1,5	ca. 75 cm n. E <sup>(3)</sup>	Tropfstelle L574006-6, Riss taucht im Westen in die Sohle ab
R6	MP6-1	70	SE	10	2,0	2,0	-	-	-	-	ca. 7 cm n. E und 1 cm n. W	-
R7	MP7-1	80	NW	55	2,0	2,0	.. <sup>(1)</sup>	.. <sup>(1)</sup>	.. <sup>(1)</sup>	.. <sup>(1)</sup>	-	Tropfstellen L574006-3, L574006-4, L574006-5
R8	MP8-1 MP8-2	175	SW	70	8,0 5,0	8,0 5,0	-	-	-	-	ca. 6 cm n. N seit 03/2014	-
R9	MP9-1	30	NW	85	7,0	8,0	-	-	-	-	ca. 2 cm n. N	-
R10	MP10-1	40	NW	85	2,0	2,0	-	-	-	-	ca. 2 cm n. N	-
R11	MP11-1	5	SE	55	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	ca. 11 cm n. E und > 14 cm n. W, Riss taucht n. W. in die Sohle ein ; Nebenrissverlängerung um ca. 12 cm	-
R12	MP12-1	80	SE	75	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	ca. 16 cm n. E	Riss taucht in die Sohle ab
R13	MP13-1	50	NW	60	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	ca. 18 cm n. N. und 30 cm n.S. (Schale beraubt)	Riss teilt sich am Messpunkt

Bereiche von September bis November 2014 mit Sorelbeton verfüllt  
<sup>(1)</sup> Messpunkt unzugänglich aufgrund Abdichtfolie  
<sup>(2)</sup> Rissenden nicht zugänglich  
<sup>(3)</sup> am Ausbruch der Fräse

Stand: 21.02.2018  
 Bearbeiter:

**Rissaufnahme in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 3/574 bis 4/574**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016 00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													Blatt: 401		
													 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG		



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachanlageASSE II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

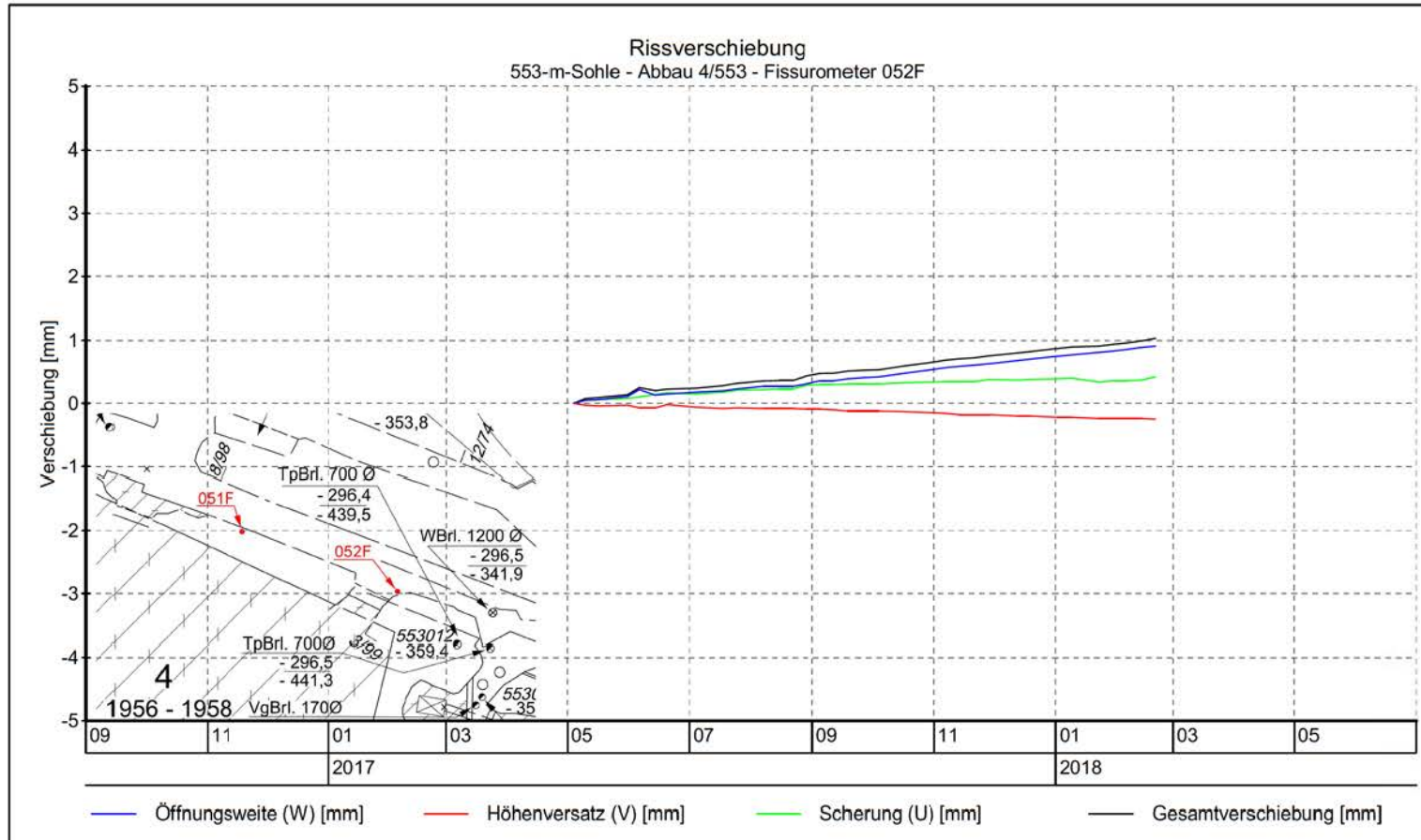
TB-Standortüberwachung  
Stand: 20.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 20.02.2018

Messstelle: 051F  
Sohle: 553-m-Sohle  
Grubenraum: Abbau 4/553  
Lokation: Südstoß vor Abbau 4

Messzeitraum: 04.05.2017 - 20.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 08926 m Hochwert: 57 78125 m  
Höhe: -347,07 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

**Anhang 10.5: Ergebnisse der Messstelle 051F**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ		AA>NN	GC	BT	0016	00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE									
Blatt: 402								<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>	



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachanlageASSE II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

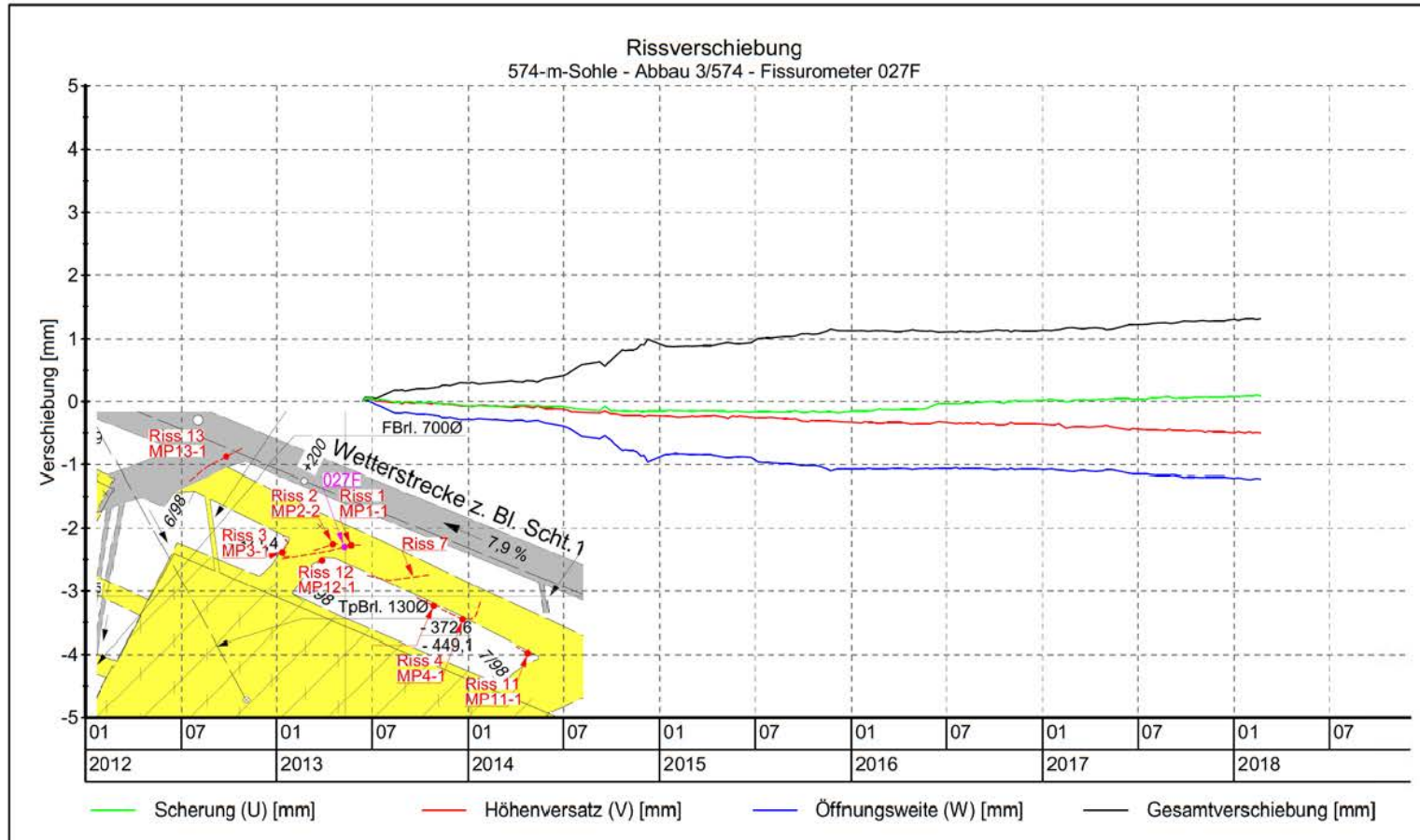
TB-Standortüberwachung  
Stand: 20.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 20.02.2018

Messstelle: 052F  
Sohle: 553-m-Sohle  
Grubenraum: Abbau 4/553  
Lokation: östlicher Zugang Abbau 4

Messzeitraum: 04.05.2017 - 20.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 08949 m Hochwert: 57 78125 m  
Höhe: -344,78 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

**Anhang 10.6: Ergebnisse der Messstelle 052F**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA>NNNA	AA>NN	AAAA	AA	NNNN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 403								<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachanlageASSE II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**


TB-Standortüberwachung  
Stand: 20.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 20.02.2018

Messstelle: 027F  
Sohle: 574-m-Sohle  
Grubenraum: Abbau 3/574  
Lokation: Abbaubegleitstrecke

Messzeitraum: 12.06.2013 - 20.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 08849 m Hochwert: 57 78157 m  
Höhe: -367,44 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

**Anhang 10.7: Ergebnisse der Messstelle 027F**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		UA		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN		NN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE																	
Blatt: 404																	
<p><b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b></p>																	

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 405

**Anhang 10.8: Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen  
FKBrg. 12/574**



Bild 7: FKBrg. 12/574 – Querung von FKBrg. 13/574 bei 2,6 m

**FKBrg. 13/574**



Bild 8: FKBrg. 13/574 – Riss bei 1,0 m

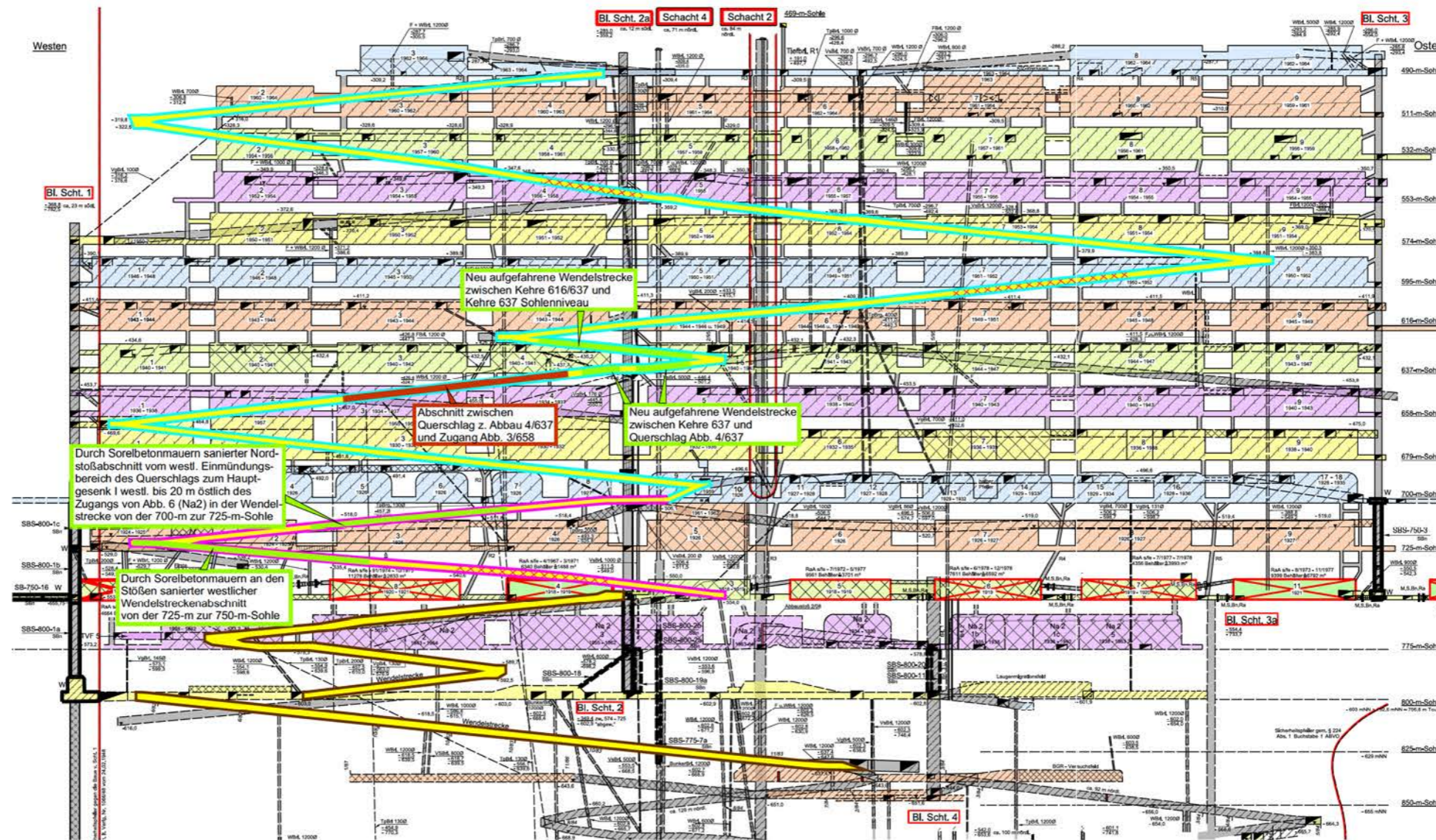


Bild 9: FKBrg. 13/574 – Querung von FKBrg. 12/574 bei ca. 4,9 m

### Anhang 11: Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle

#### Anhang 11.1: Wendelstreckenverlauf mit Bewertung von Gebrauchstauglichkeit und Sanierungsbedarf

Verlauf der Wendelstrecke, dargestellt im streichenden Seiger- und Längsschnitt ① der Schachtanlage Asse II



- Langfristig offenzuhaltener Bereich mit kontinuierlichem intensiven Sanierungs- und Monitoringbedarf
- Derzeitig geplant bis max. Ende 2023 offenzuhaltener Bereich mit intensivem Monitoringbedarf sowie vereinzelt vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen
- Derzeitig geplant bis max. Ende 2021 offenzuhaltener Bereich mit intensivem Monitoringbedarf und Sanierungsmaßnahmen nur bei akutem Erfordernis
- Gebrauchstauglichkeit wurde durch umfassende Sanierung weitgehend nachhaltig gewährleistet
- Gebrauchstauglichkeit aktuell gegeben, in Abhängigkeit vom weiteren Monitoringverlauf sind ggf. Sanierungsmaßnahmen notwendig
- Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit nur unter kurzfristiger Durchführung von Maßnahmen bzw. Sofortmaßnahmen gegeben
- Stöße mit besonders markanten Abschalungen ohne Ankerung

Bearbeiter:  
Grundlage: Ausschnitt aus  
Seiger- und Längsschnitt 1  
(Marschneiderl, Stand 18.03.2016)



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 407

**Anhang 11.2: Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen FKBrG. 725-19, 750-50, 750-53, 750-54 und 775-11**



*Bild 10: Salzausblühungen in feuchter Kontur (FKBrG.725-19, Teufe: 0,20 m)*



*Bild 11: Riss mit Öffnungsweite von ca. 1 bis 2 mm (FKBrG.750-50, Teufe: 1,90 m)*



*Bild 12: Riss mit Öffnungsweite von ca. 1 bis 2 mm (FKBrG.750-53, Teufe: 1,30 m)*



*Bild 13: Riss mit geringer Öffnungsweite (FKBrG.750-54, Teufe: 2,40 m)*



*Bild 14: Geschlossener potentieller Riss (FKBrG.750-26, Teufe: 3,60 m)*



*Bild 15: Potentieller Riss an Schichtgrenze (FKBrG.775-11, Teufe: 0,40 m)*

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 408

**Anhang 11.3: Ausgewählte Abbildungen der Stoßkontrollbohrungen StKBrg. 750-63, 750-64, 750-65 und 750-66**



*Bild 16: Riss mit Öffnungsweite von ca. 1 bis 2 mm, seitl. versetzt (StKBrg.750-63, Teufe: 0,20 m)*



*Bild 17: Riss mit Öffnungsweite von ca. 5 bis 6 mm, seitl. versetzt (StKBrg.750-63, Teufe: 4,20 m)*



*Bild 18: Riss mit Öffnungsweite von ca. 2 bis 4 mm, seitl. versetzt (StKBrg.750-64, Teufe: 0,10 m)*



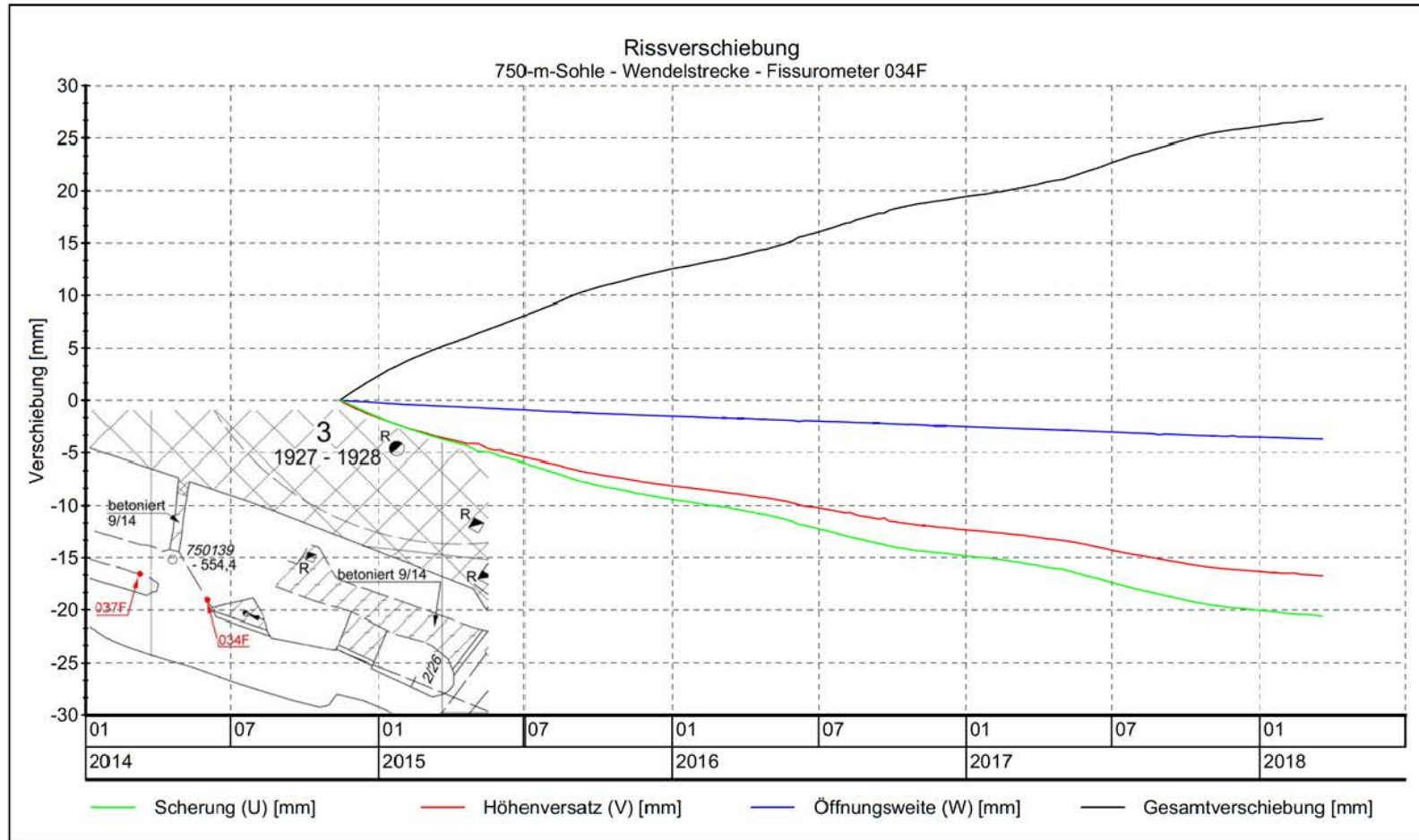
*Bild 19: Riss mit Öffnungsweite von ca. 1 bis 3 mm, seitl. versetzt (StKBrg.750-64, Teufe: 0,90 m)*



*Bild 20: Konturnahe Auflockerung bis 20 cm (StKBrg.750-65, Teufe: 0,05 m)*



*Bild 21: Geschlossener potentieller Riss (StKBrg.750-66, Teufe: 3,60 m)*



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachanlageASSE II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

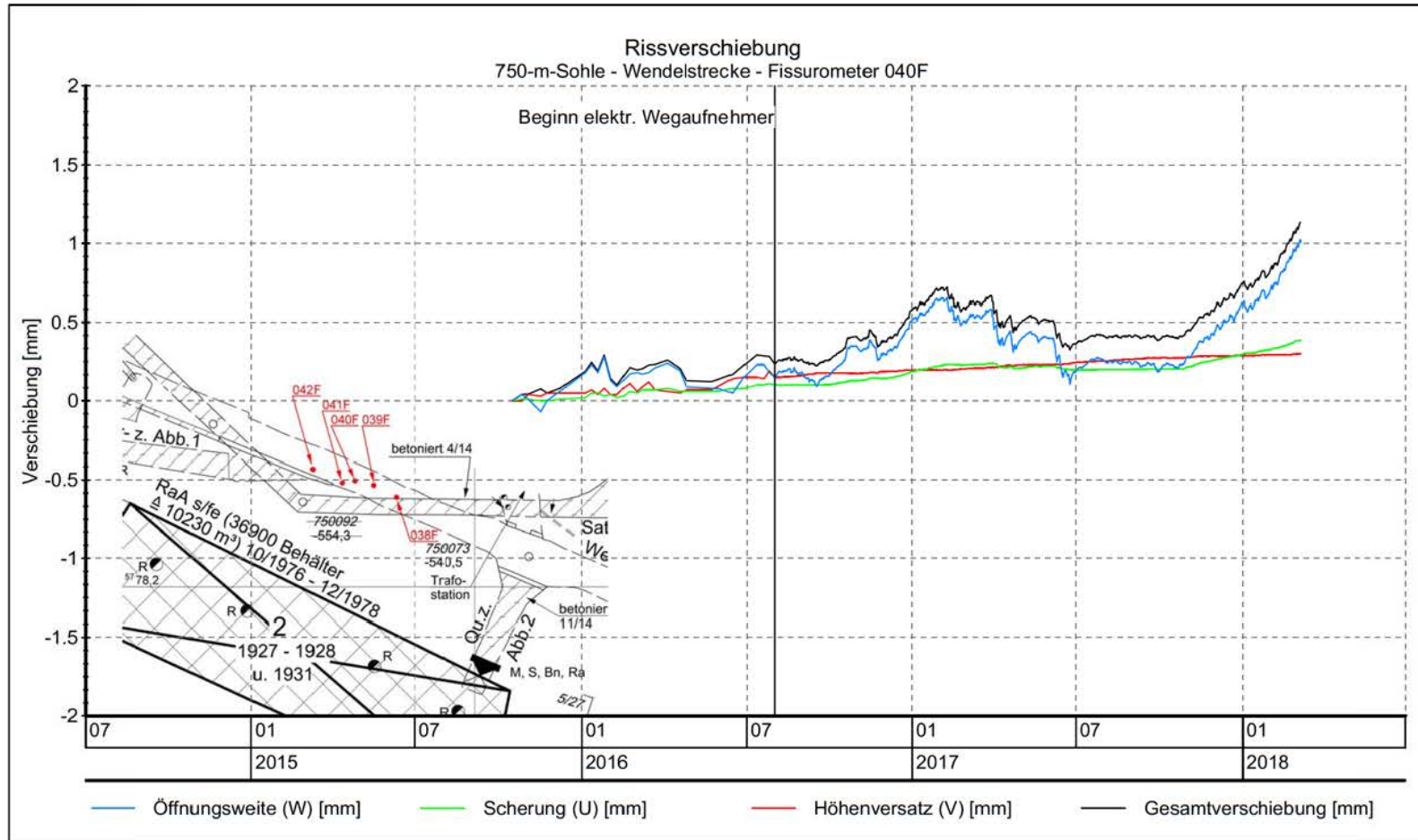
TB-Standortüberwachung  
Stand:  
Prüfer:  
geprüft am: 20.03.2018

Messstelle: 034F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Wendelstrecke  
Lokation: 750-m-Sohle zur 775-m-Sohle

Messzeitraum: -  
Geologie: Übergangssalz  
Rechtswert: 44 08959 m Hochwert: 57 78119 m  
Höhe: -551,93 mNN  
erstellt mit GKSPRO Version 10000.15.00

**Anhang 11.4: Ergebnisse der Fissurometermessungen (exemplarisch)**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE															
Blatt: 409															
<b>BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>															



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachanlageASSE II mittels Fissurometer



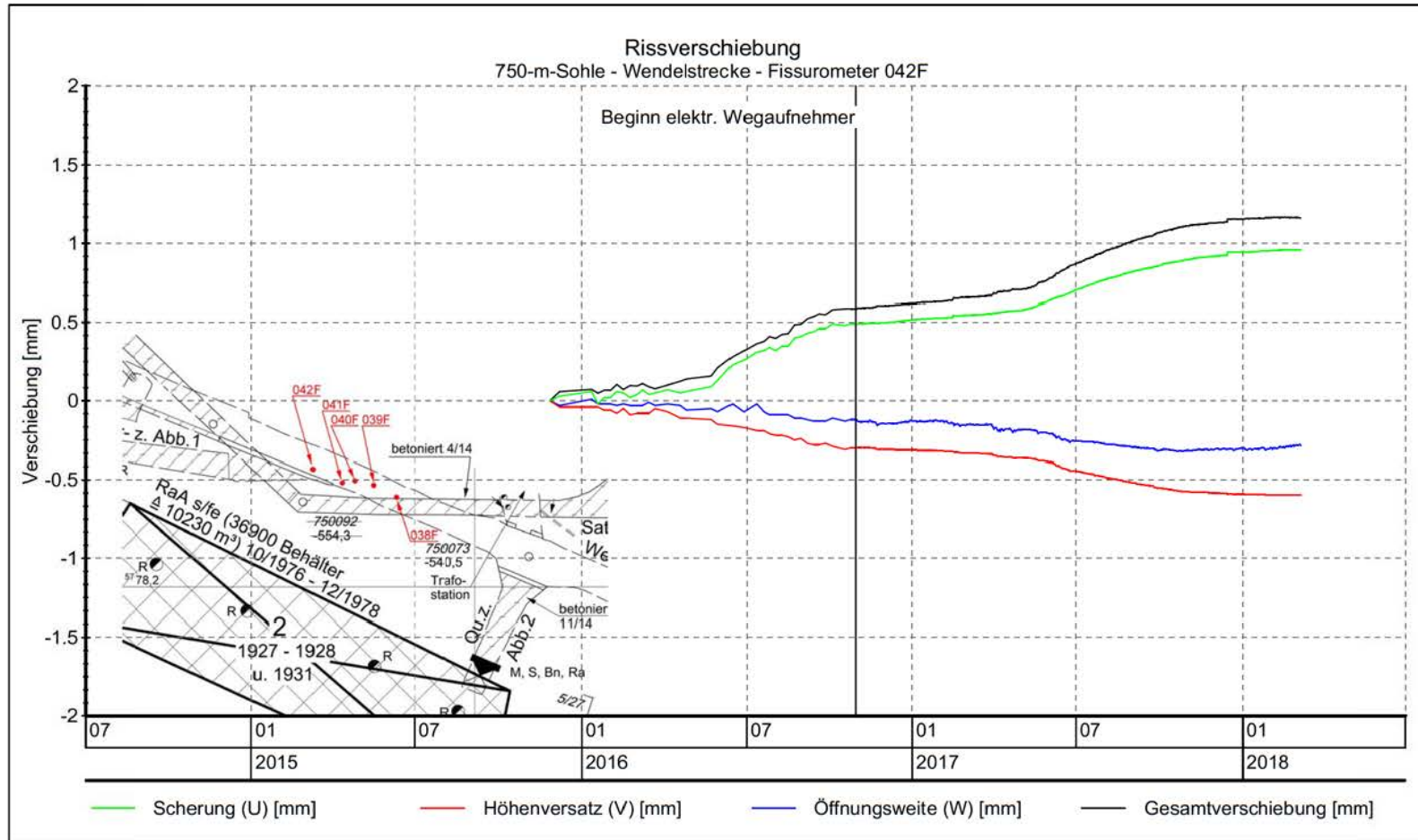
**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

TB-Stancortüberwachung  
Stand:  
Prüfer:  
geprüft am: 20.03.2018

Messstelle: 040F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Wendelstrecke  
Lokation: 725-m-Sohle zur 750-m-Sohle

Messzeitraum: -  
Geologie: Übergangssalz  
Rechtswert: 44 08877 m Hochwert: 57 78219 m  
Höhe: -534,21 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016
								00



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

TB-Standortüberwachung  
Stand:  
Prüfer:  
geprüft am: 20.03.2018

Messstelle: 042F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Wendelstrecke  
Lokation: 725-m-Sohle zur 750-m-Sohle

Messzeitraum: -  
Geologie: Carnallit  
Rechtswert: 44 08869 m    Hochwert: 57 78222 m  
Höhe: -533,50 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016
								00

### Anhang 11.5: Konvergenzmessungen

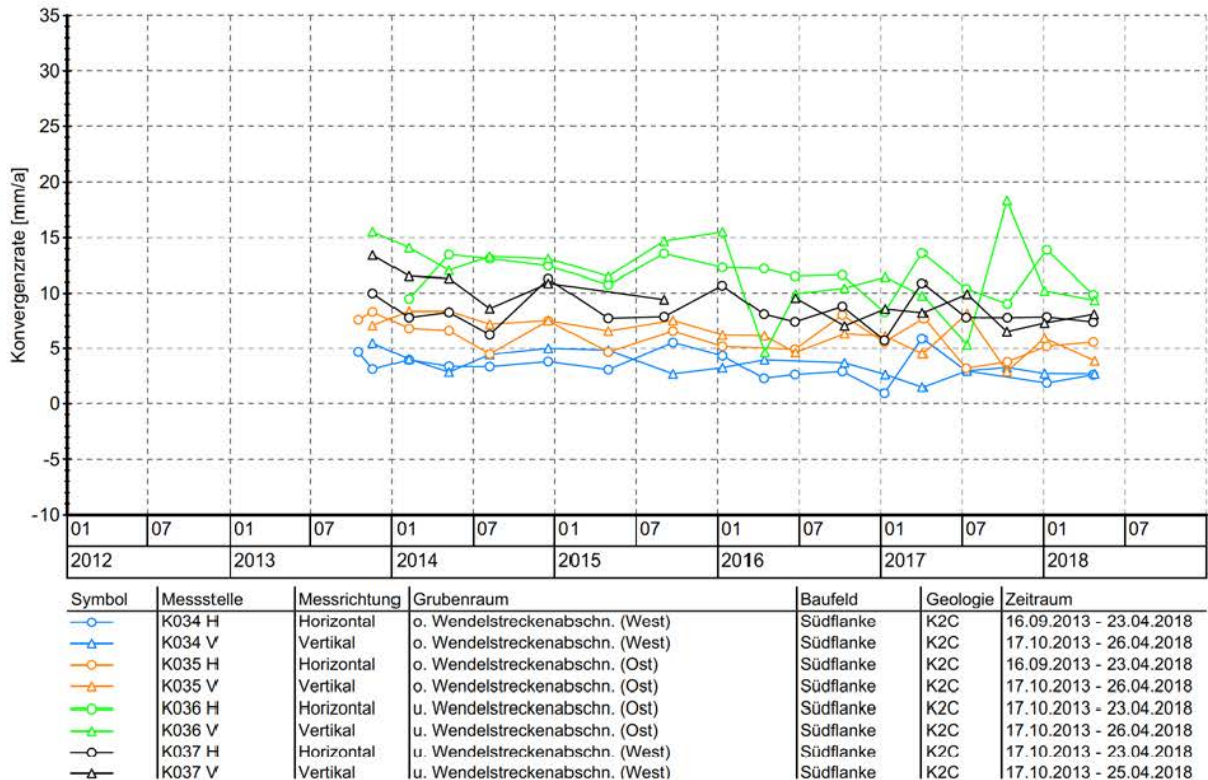


Bild 22: Konvergenzrate Messquerschnitte K034-K037 auf der 637-m-Sohle

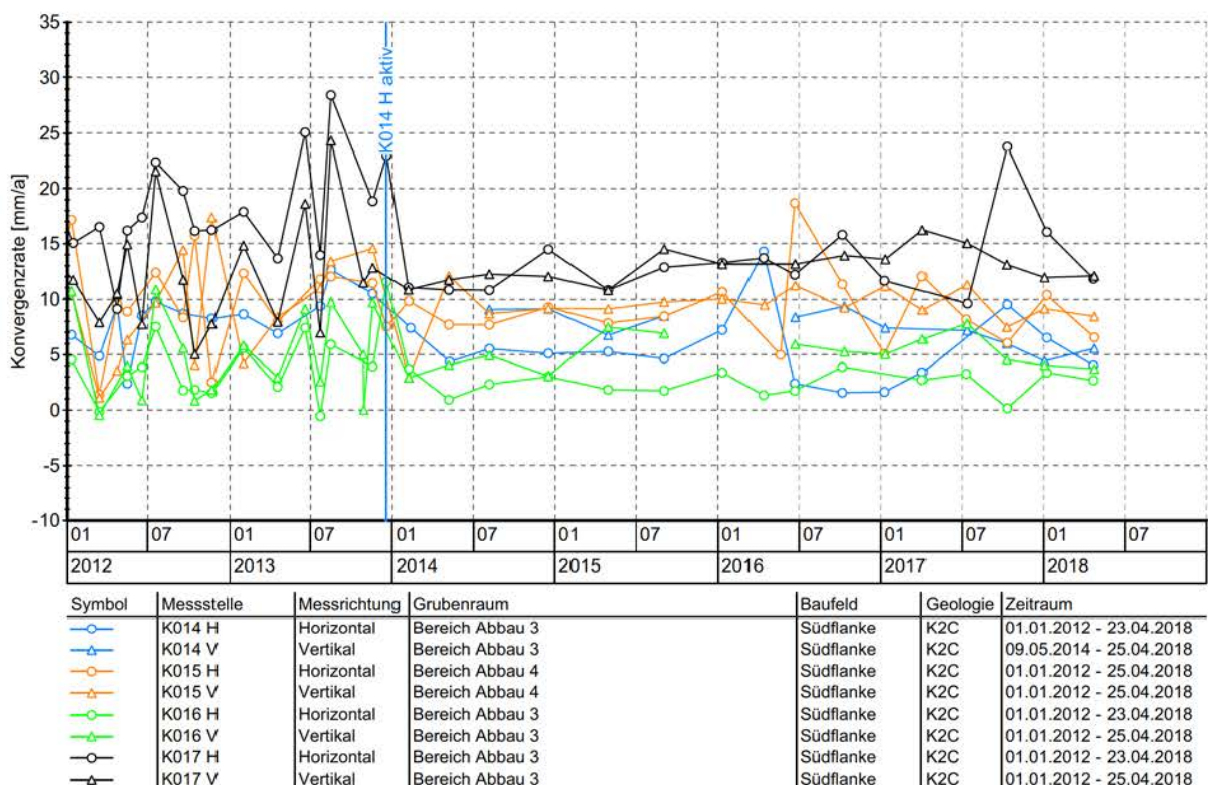
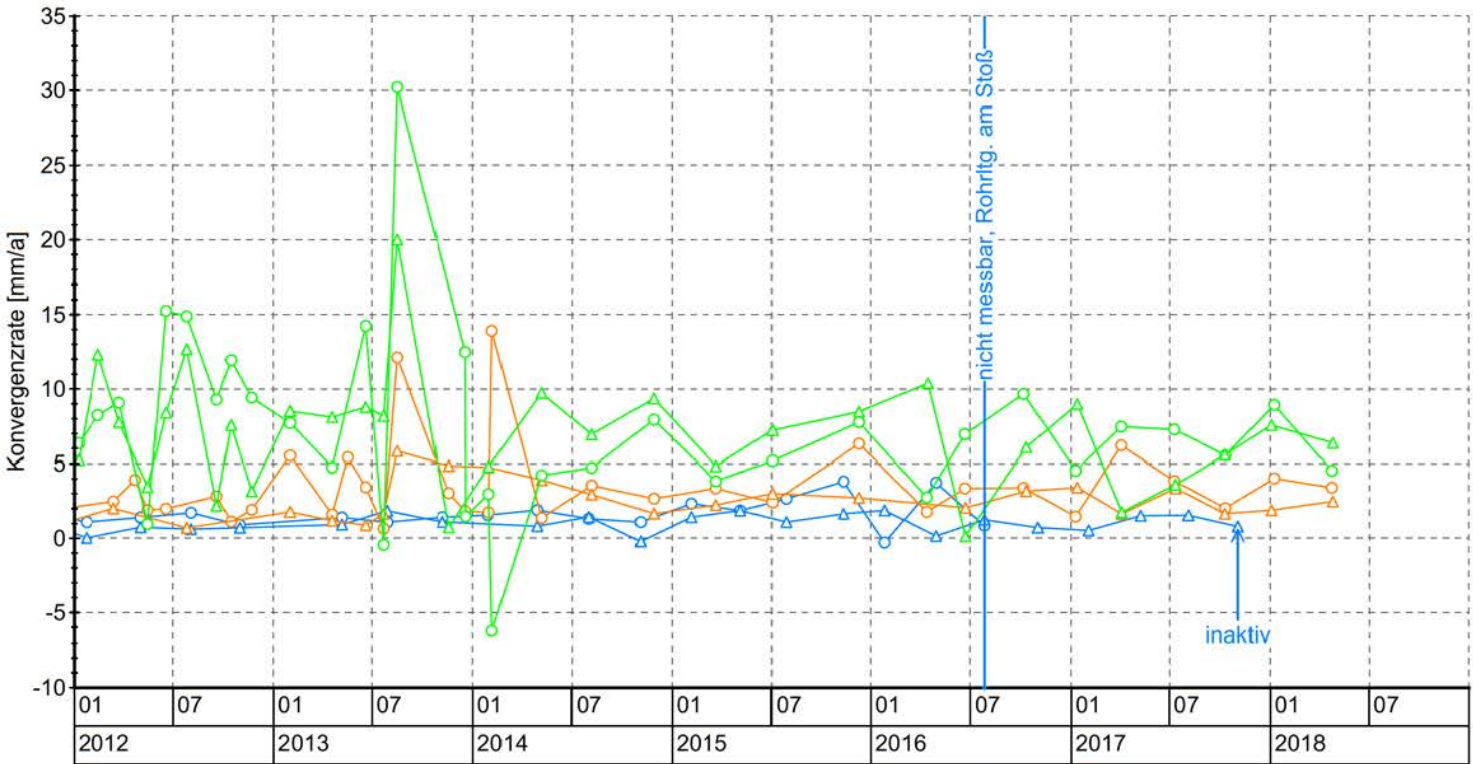



Bild 23: Konvergenzrate Messquerschnitte K014-K015 auf der 658-m-Sohle und K016-K017 auf der 679-m-Sohle

Bild 24: Konvergenzrate Messquerschnitte K17 und K021 auf der 700-m-Sohle und K022 auf der 725-m-Sohle



Symbol	Messstelle	Messrichtung	Grubenraum	Baufeld	Geologie	Zeitraum
○	K17 H	Horizontal	700- zur 725-m-S	Sattelnern	Na2	01.01.2012 - 26.07.2016
△	K17 V	Vertikal	700- zur 725-m-S	Sattelnern	Na2	01.01.2012 - 03.11.2017
○	K021 H	Horizontal	700- zur 725-m-S	Sattelnern	Na2	01.01.2012 - 23.04.2018
△	K021 V	Vertikal	700- zur 725-m-S	Sattelnern	Na2	01.01.2012 - 25.04.2018
○	K022 H	Horizontal	Bereich Abbau 8 (Na2)	Sattelnern	K2C	01.01.2012 - 23.04.2018
△	K022 V	Vertikal	Bereich Abbau 8 (Na2)	Sattelnern	K2C	01.01.2012 - 25.04.2018

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							Blatt: 413
 BUNDESGESellschaft FÜR ENdLAGERUNG							

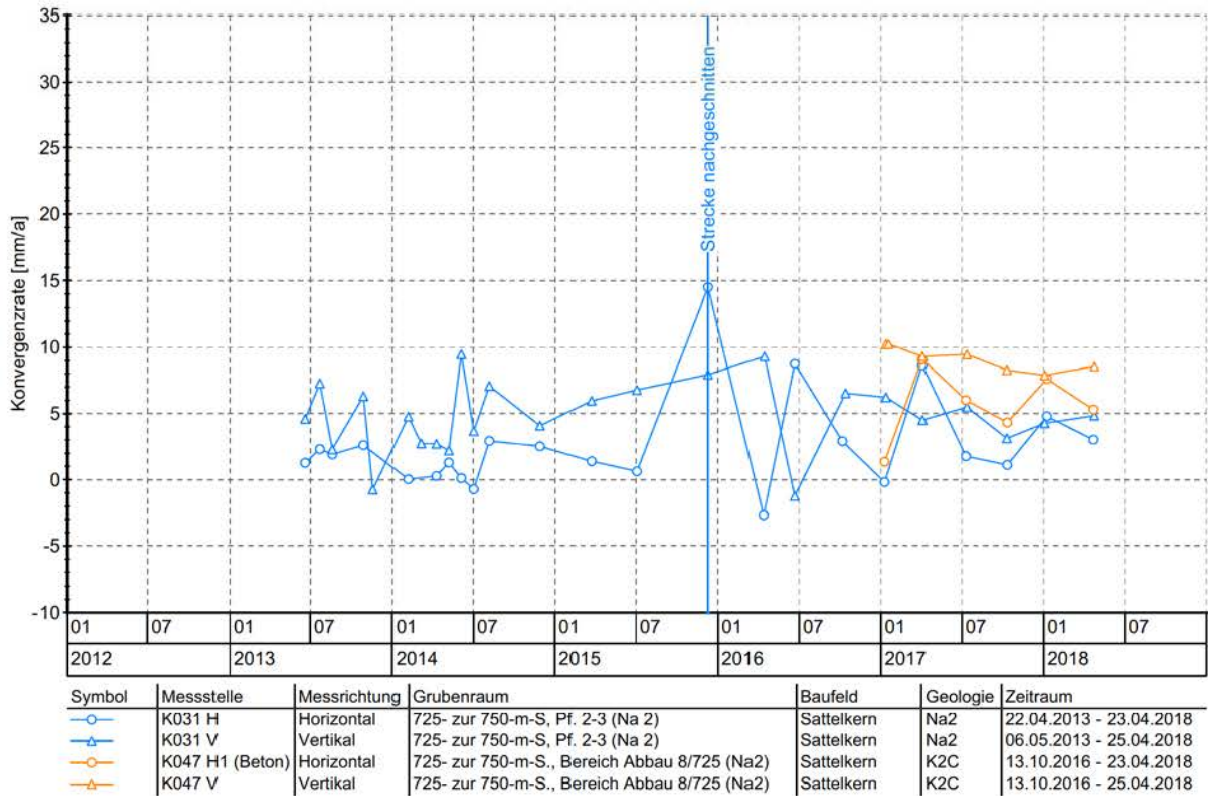


Bild 25: Konvergenzrate Messquerschnitt K047 auf der 725-m-Sohle und K031 auf der 750-m-Sohle

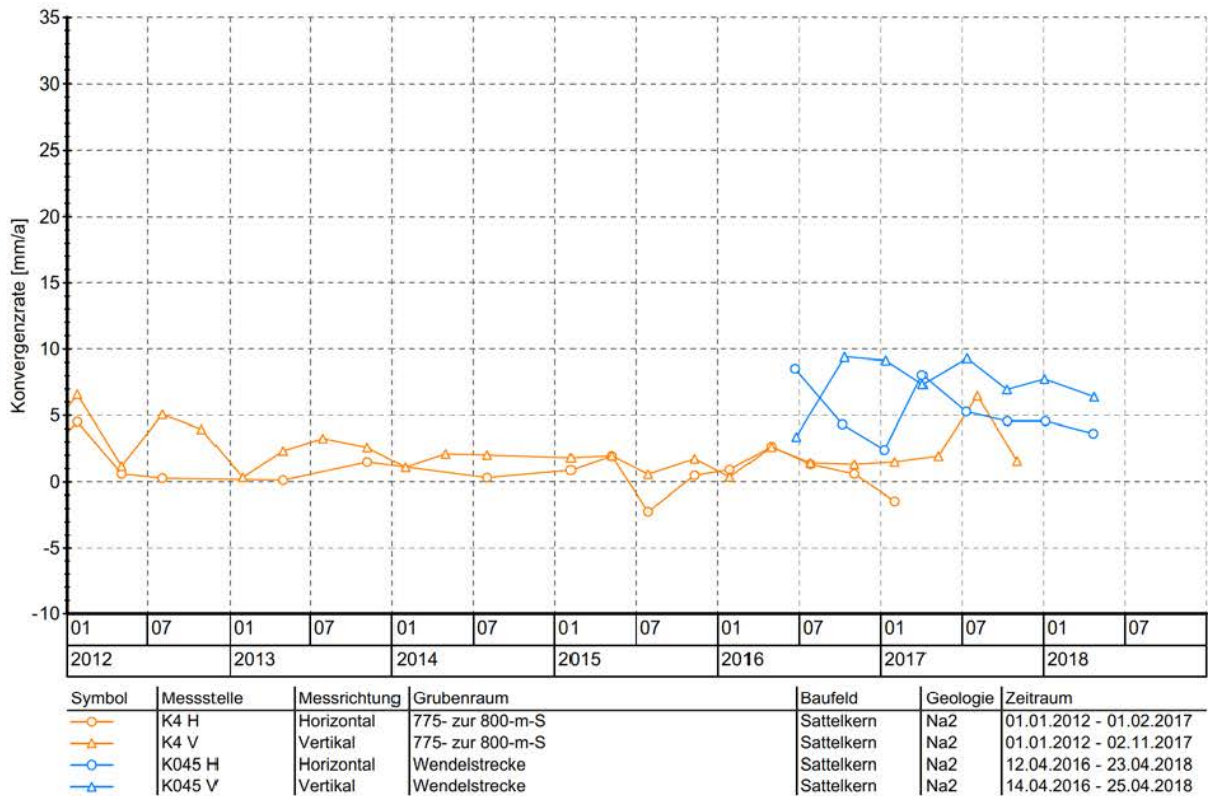
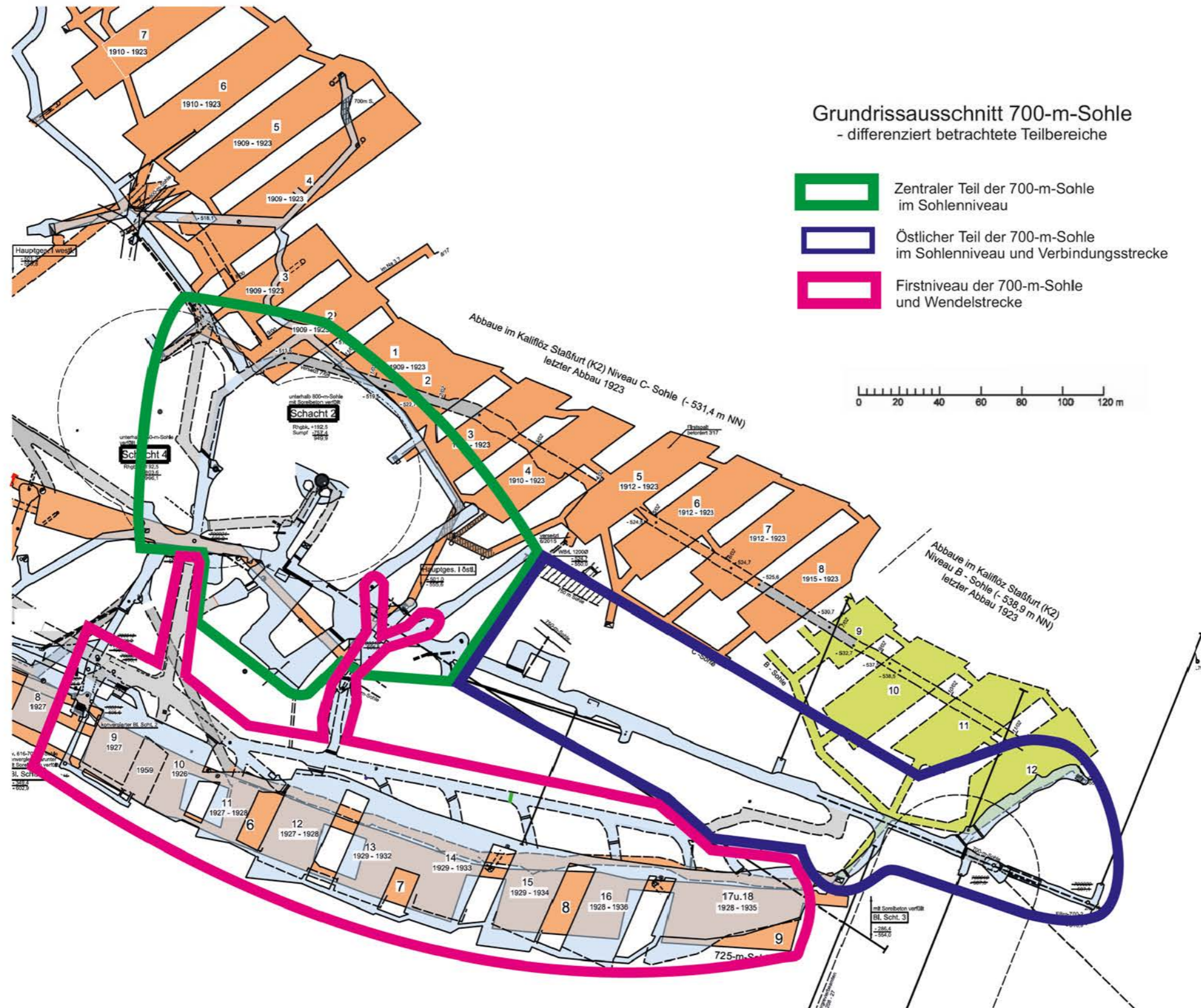


Bild 26: Konvergenzrate Messquerschnitt K045, K4 auf der 775-m-Sohle

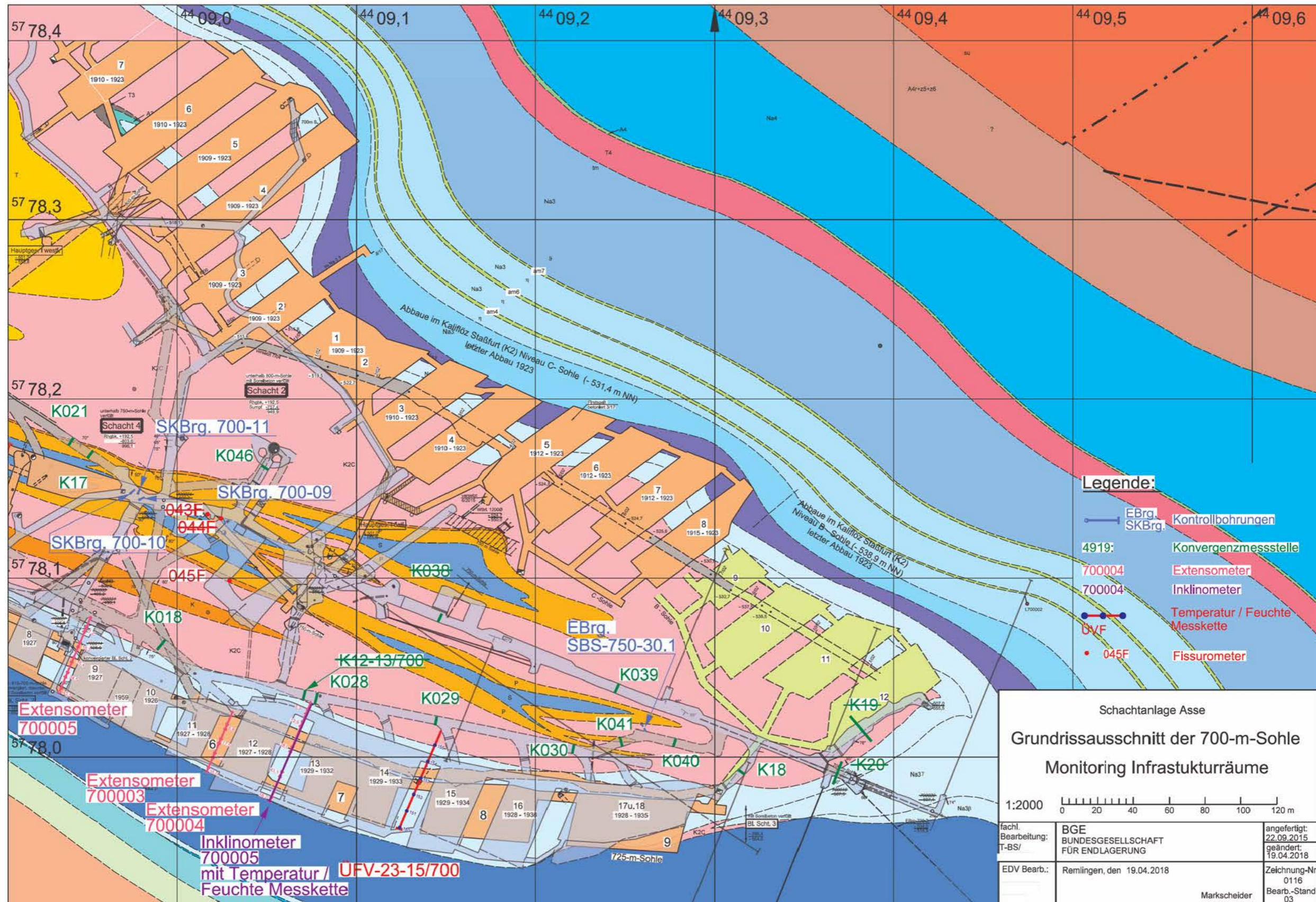




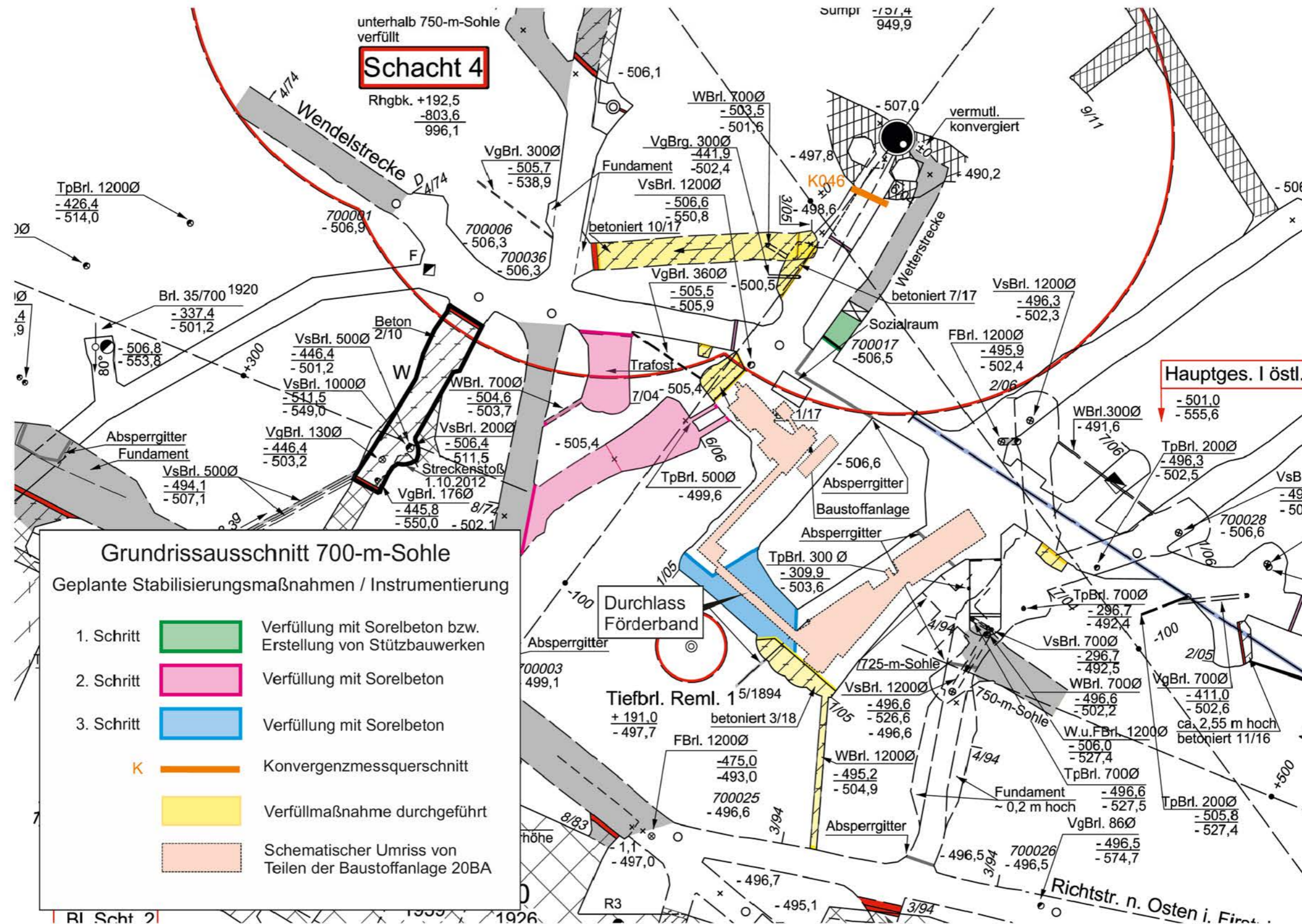
### Anhang 12.2: Lage der Monitoring-Teilbereiche



Anhang 12.3: Lage der Kontrollbohrungen und geotechnischen Messstellen



**Anhang 12.4: Rissausschnitt der 700-m-Sohle mit empfohlenen Stabilisierungsmaßnahmen**



### Anhang 12.5: Ergebnisse der Konvergenzmessungen

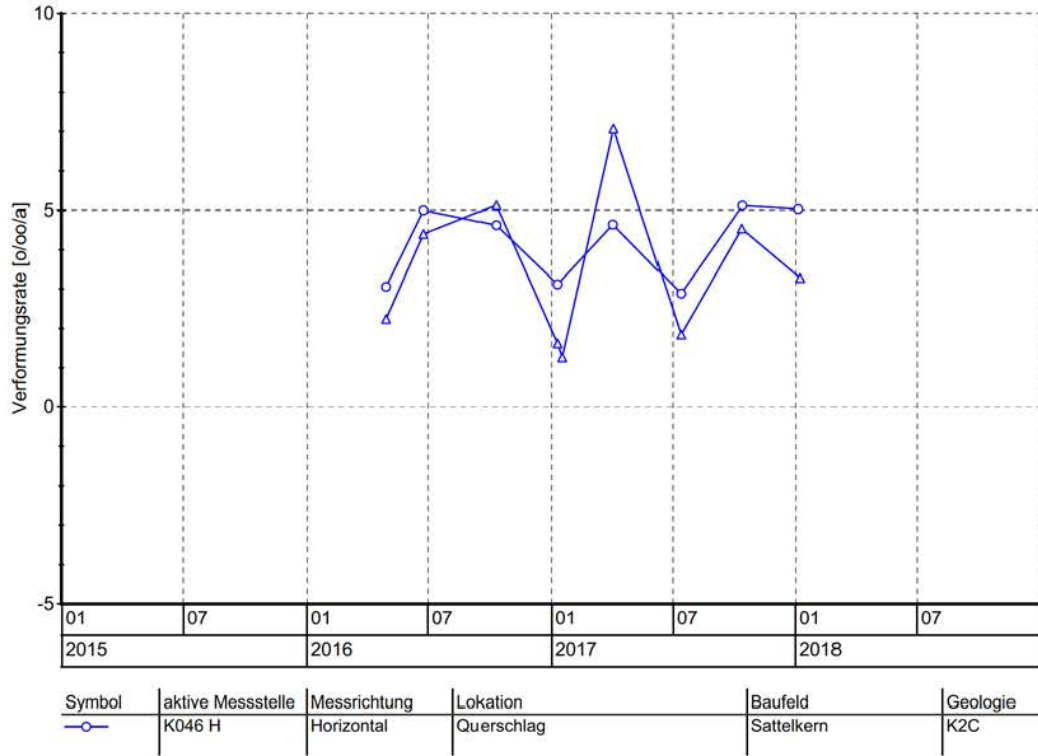


Bild 27: Verformungsraten im Bereich des Wetterquerschlags (Gleitbogenausbau)

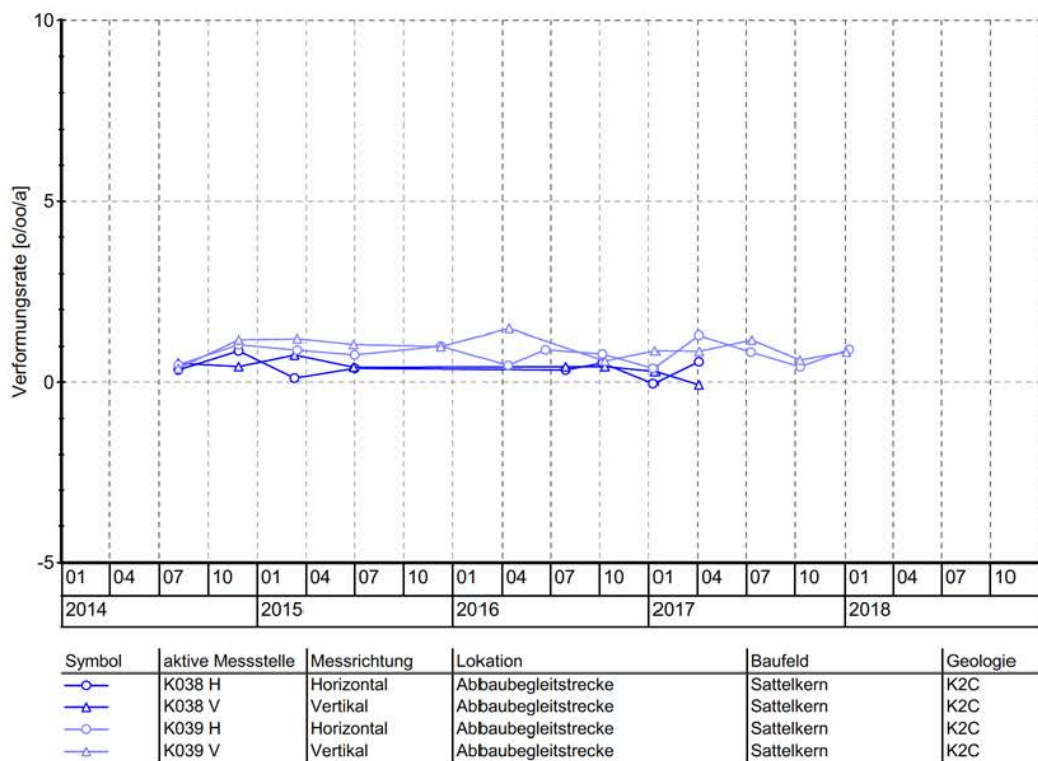


Bild 28: Verformungsraten im Bereich Vahlberger Strecke (Sohlenniveau)

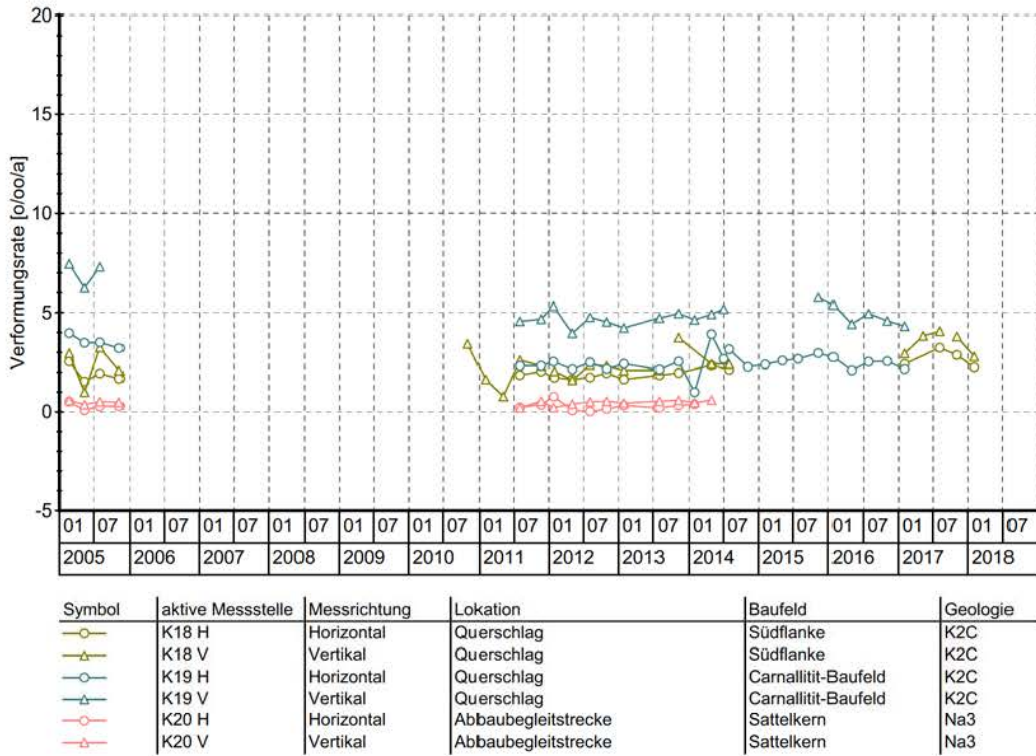


Bild 29: Verformungsdaten im östlichen Bereich der 700-m-Sohle (Sohlenniveau)

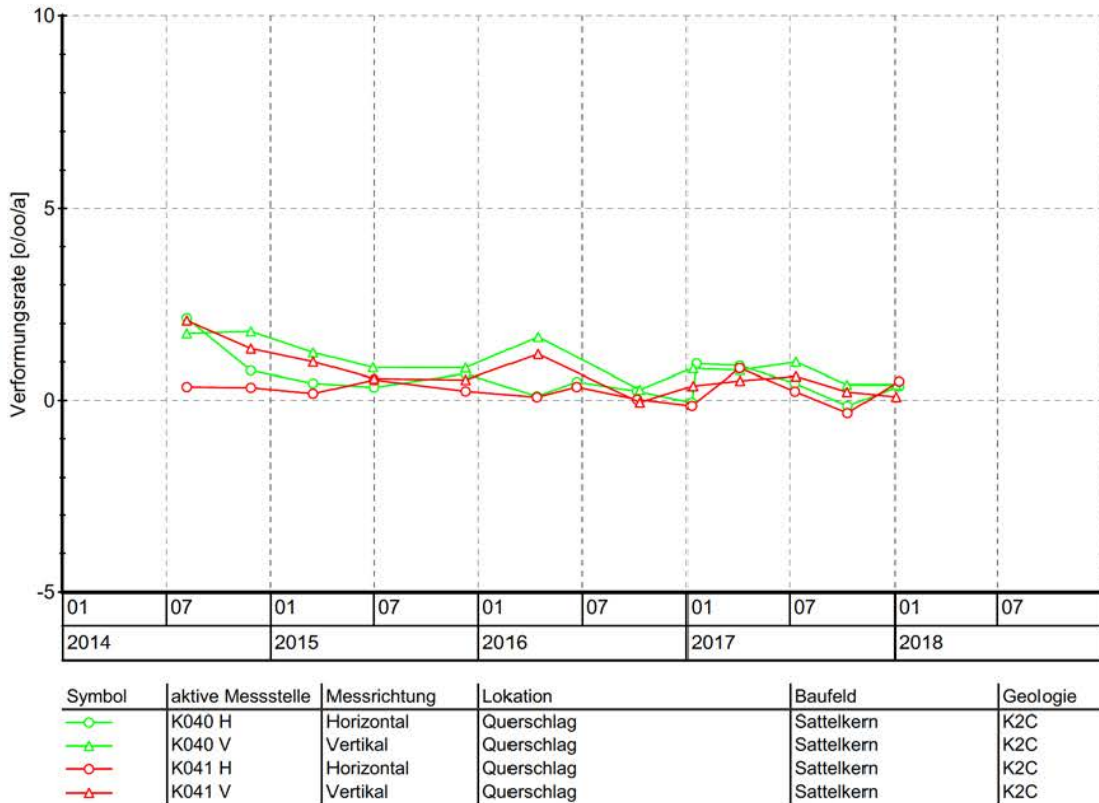


Bild 30: Verformungsdaten im Bereich der Verbindungsstrecke

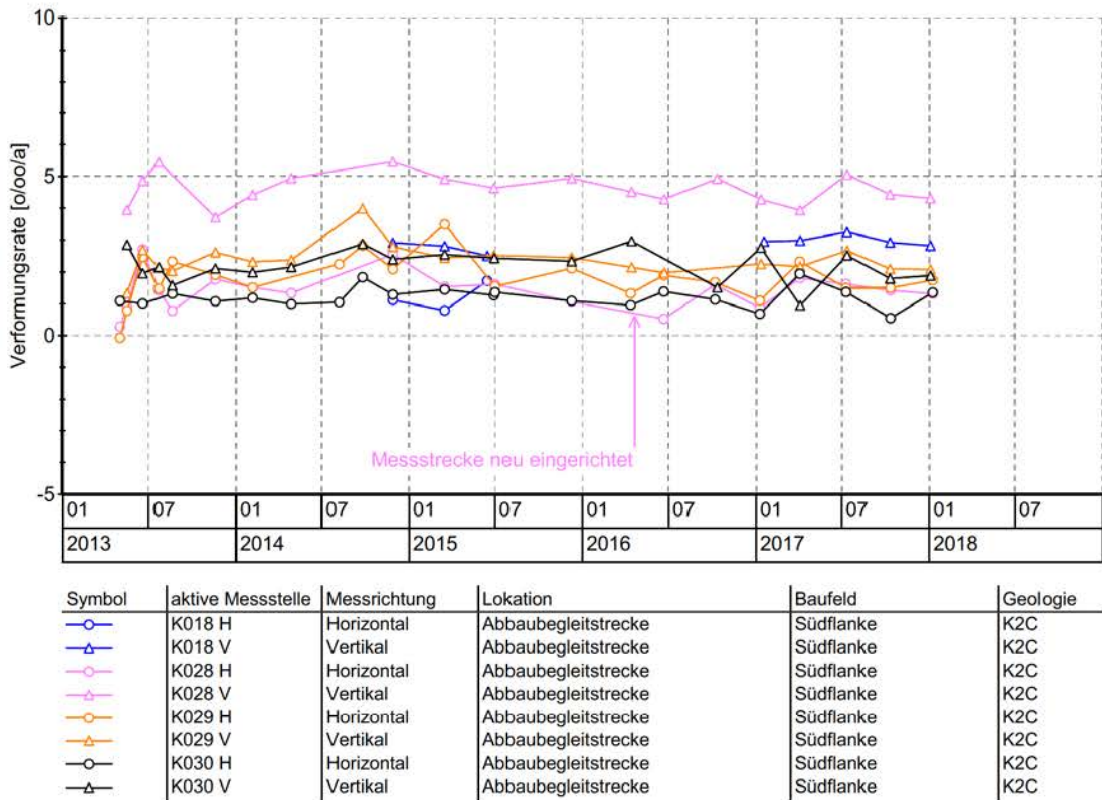
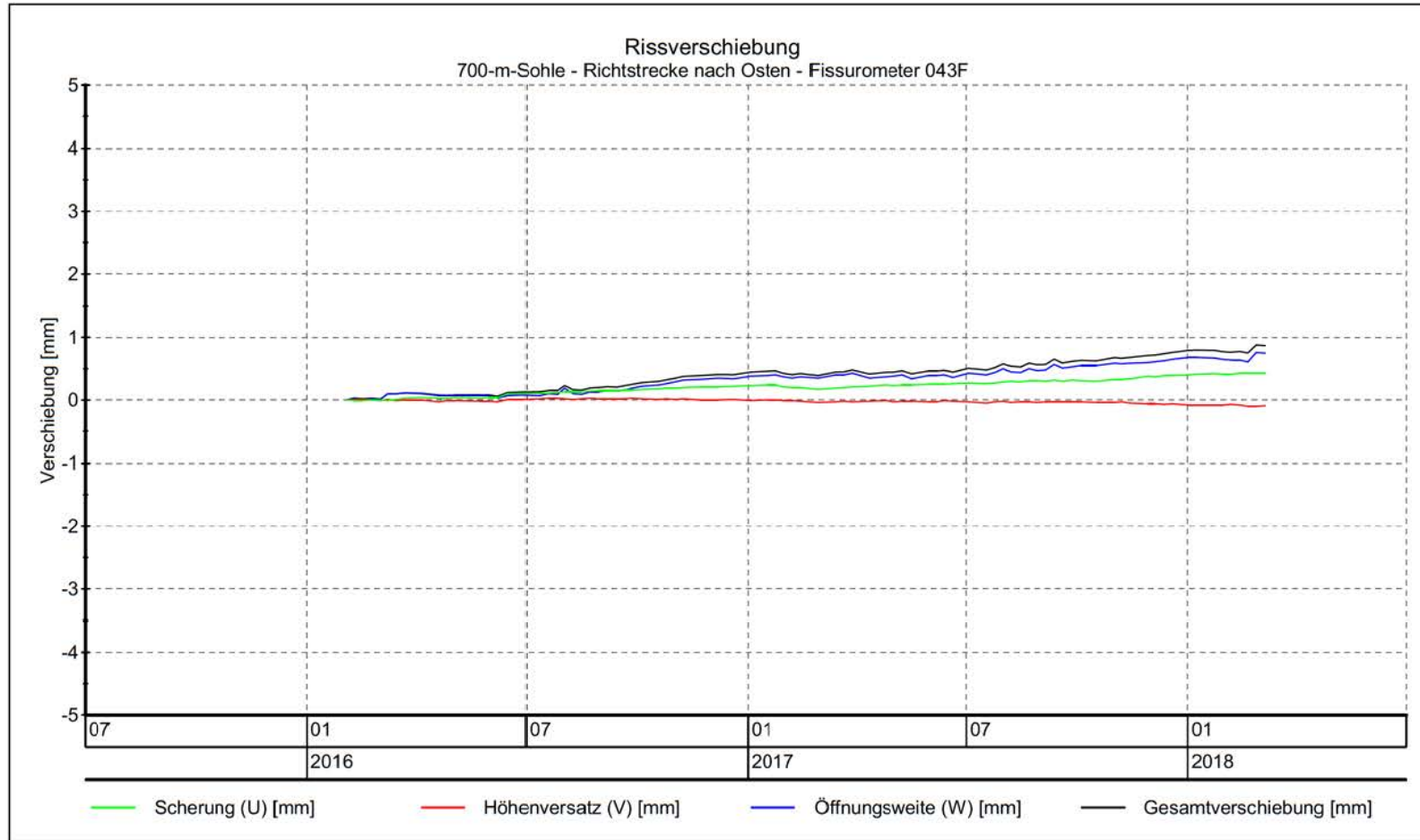


Bild 31: Verformungsraten im Bereich Richtstrecke nach Osten im Firstniveau



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

TB-Standortüberwachung  
Stand: 06.03.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 15.03.2018

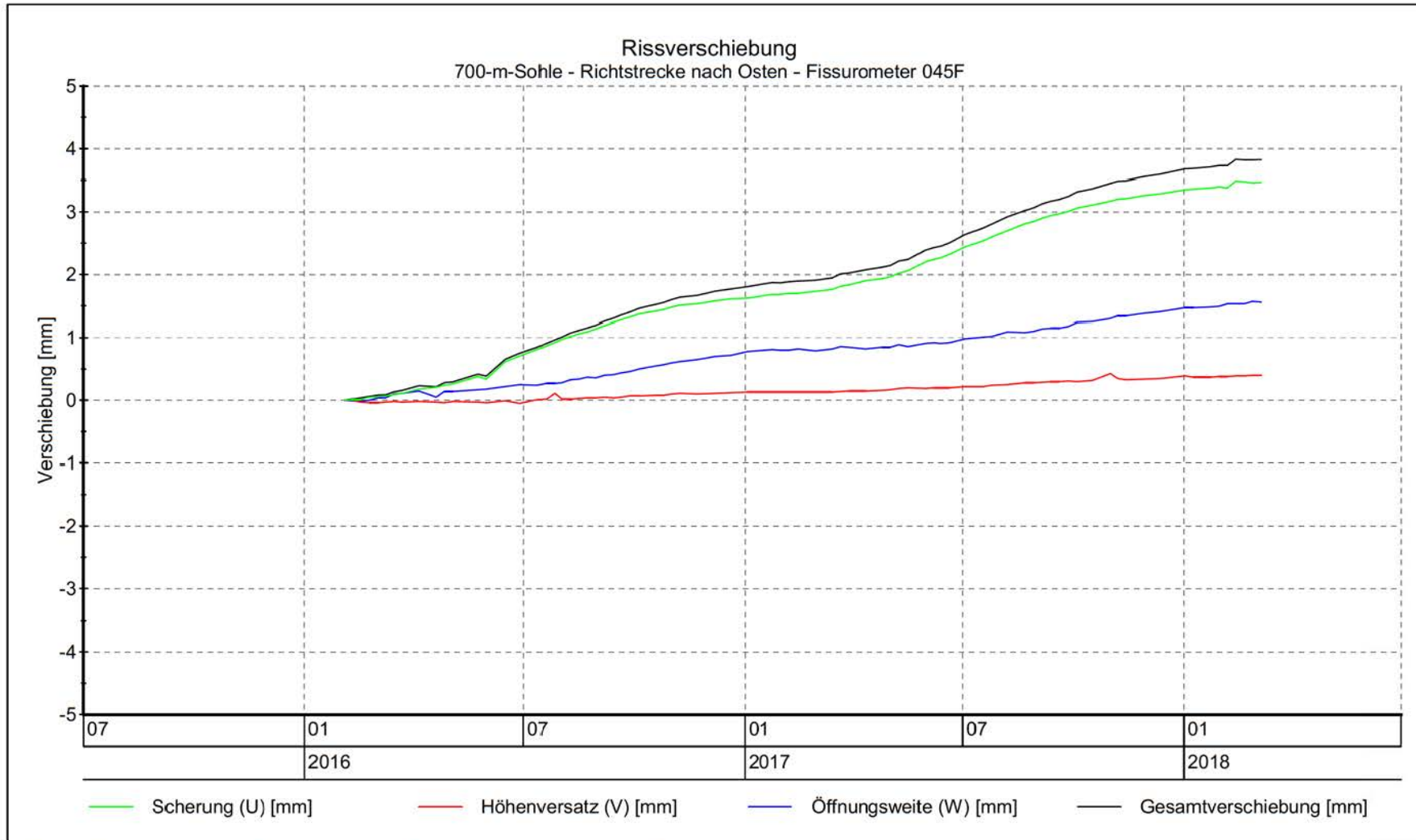
Messstelle: 043F  
Sohle: 700-m-Sohle  
Grubenraum: Richtstrecke nach Osten  
Lokation: zwischen Wetterort T4 und T5

Messzeitraum: 03.02.2016 - 06.03.2018  
Geologie: Speisesalz  
Rechtswert: 44 09016 m Hochwert: 57 78135 m  
Höhe: -504,59 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.01

**Anhang 12.6: Fissurometermessungen**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
Blatt: 422								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG





Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer




TB-Standortüberwachung  
Stand: 06.03.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 15.03.2018

Messstelle: 045F  
Sohle: 700-m-Sohle  
Grubenraum: Richtstrecke nach Osten  
Lokation: Pfeiler BA20

Messzeitraum: 03.02.2016 - 06.03.2018  
Geologie: Übergangssatz  
Rechtswert: 44 09028 m Hochwert: 57 78098 m  
Höhe: -503,70 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.01

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 423								
	<b>BGE</b> BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG								



Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 425

### Anhang 13.2: Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen



Bild 34: Spuren des Bohrvorgangs und anhaftendes Bohrmehl (FKBrg.750-01, Teufe: 3,10 m)



Bild 35: Beginnende Ausblühungen in leicht feuchter Bohrlochkontur (FKBrg.750-04, Teufe: 1,80 m)



Bild 36: Beginnende konturnahe Rissbildung (FKBrg.750-14, Teufe: 0,20 m)

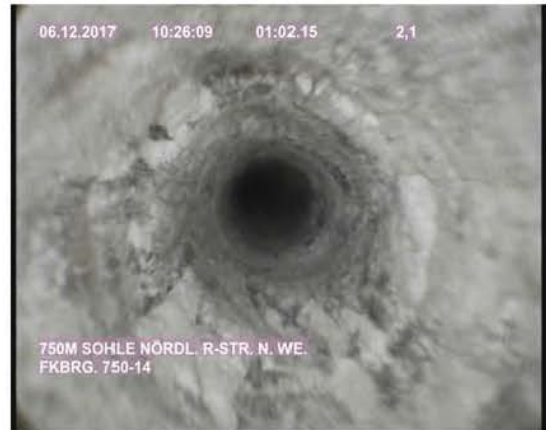


Bild 37: Konturausbruch mit Bohrmehlansammlungen (FKBrg.750-14, Teufe: 2,10 m)



Bild 38: Spuren des Bohrvorgangs und anhaftendes Bohrmehl (FKBrg.750-14, Teufe: 3,50 m)



Bild 39: Salzausblühungen in feuchter Bohrlochkontur (FKBrg.750-14, Teufe: 4,50 m)

### Anhang 13.3: Ergebnisse der Rissbeobachtungen und Konvergenzmessungen

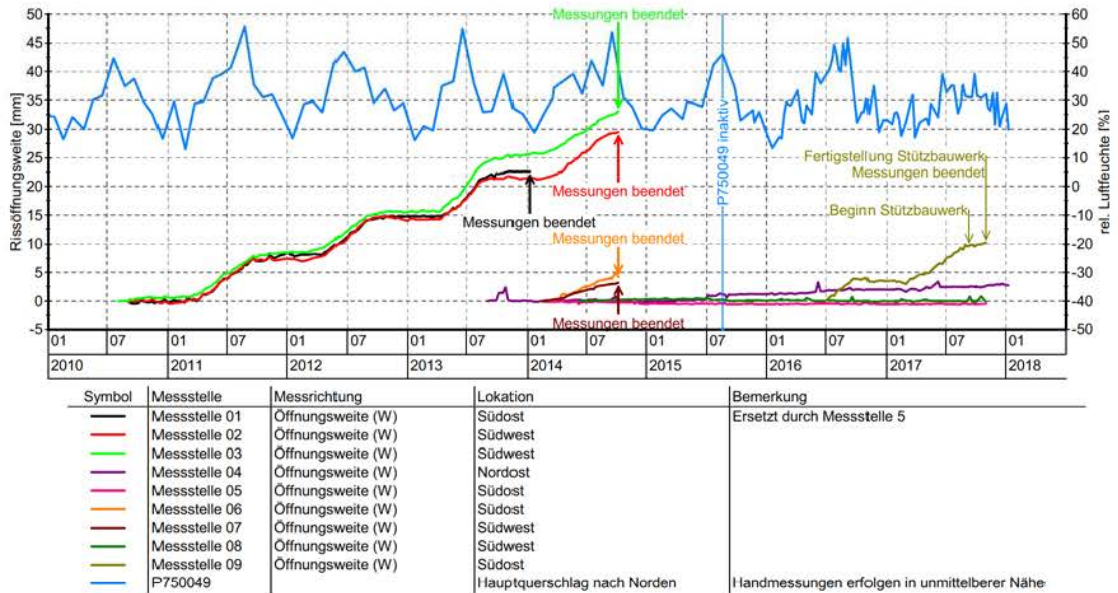


Bild 40: Rissbeobachtungen an den Messstellen 1–9 mit Abgleich der rel. Luftfeuchte

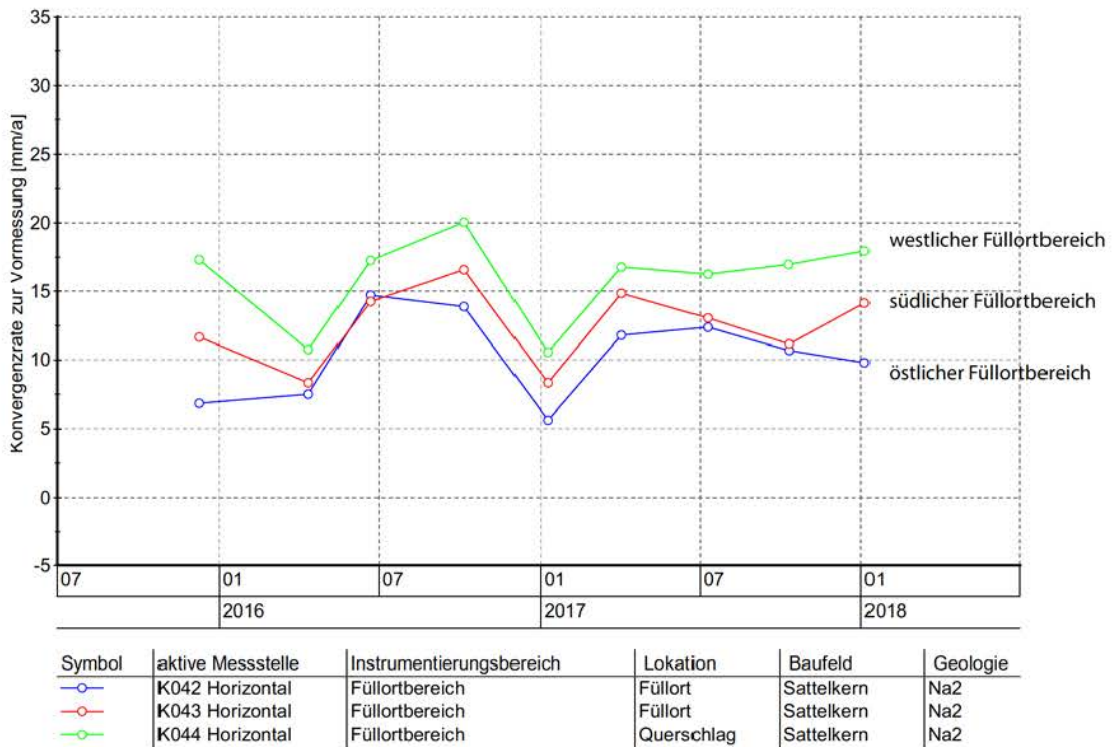
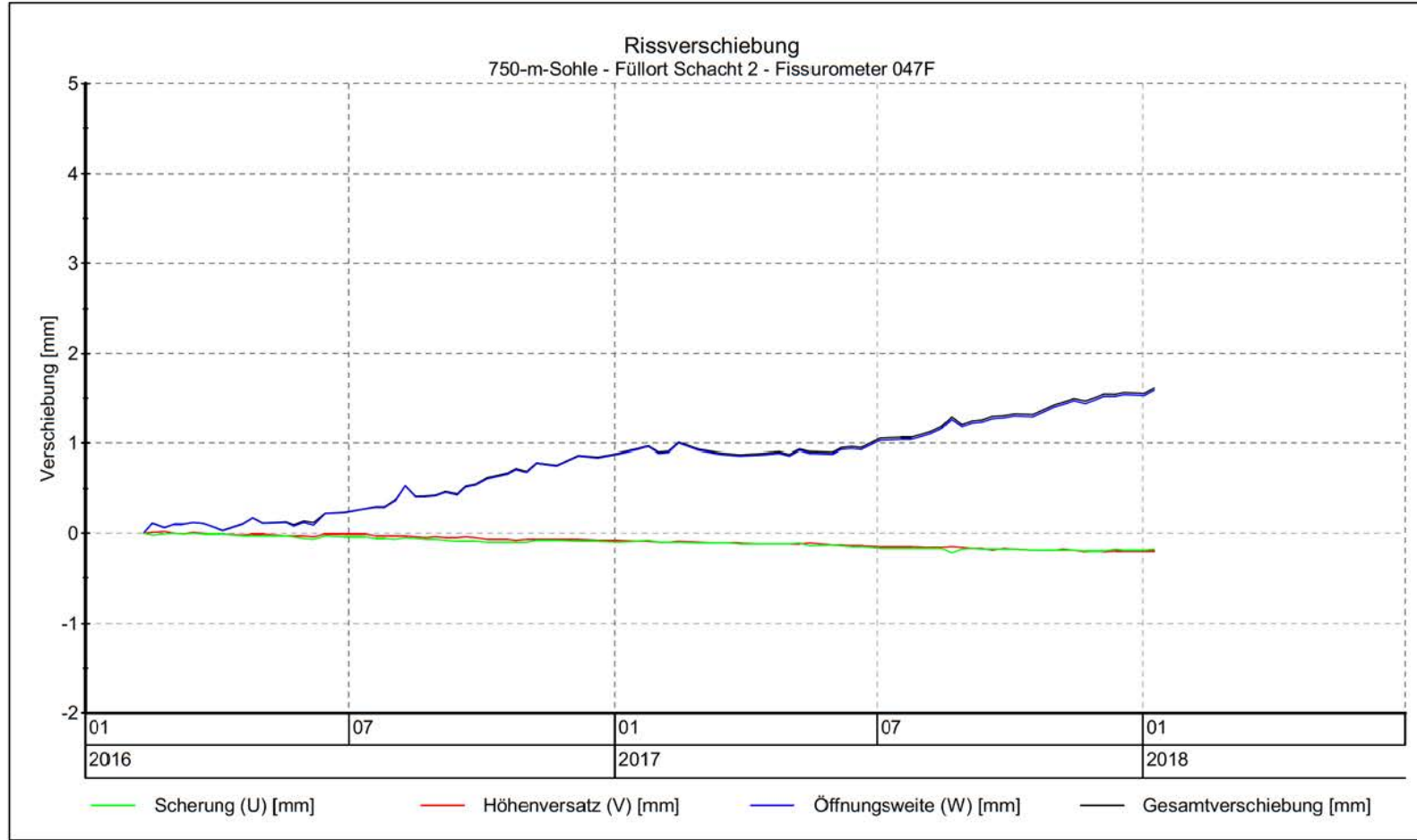


Bild 41: Ergebnisse der Konvergenzmessungen



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

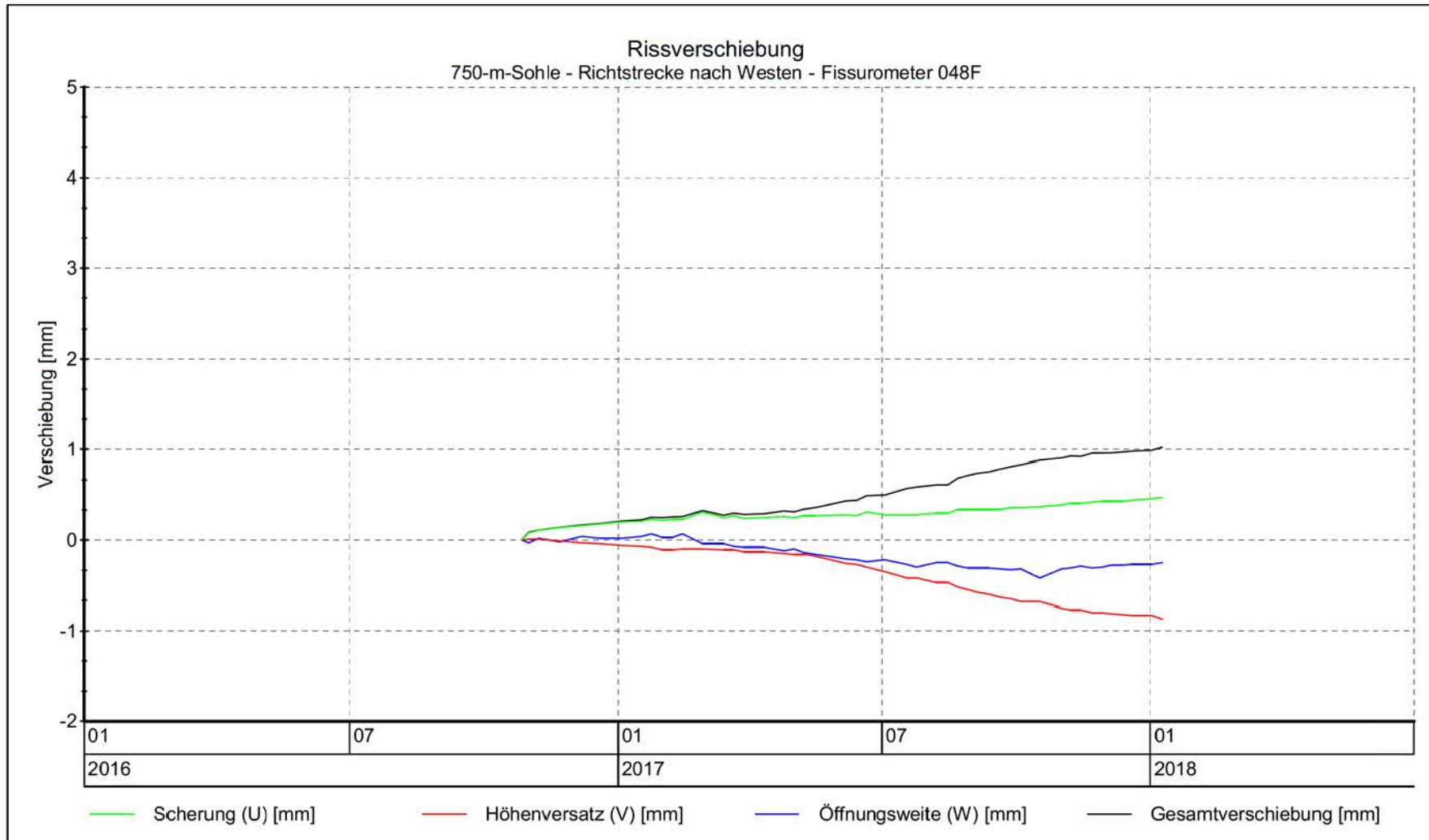
TB-Standortüberwachung  
Stand: 09.01.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 09.01.2018

Messstelle: 047F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Füllort Schacht 2  
Lokation: Nordstoß vor Wettertor

Messzeitraum: 10.02.2016 - 09.01.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 09082 m   Hochwert: 57 78162 m  
Höhe: -551,56 mNN  
erstellt mit GKSPRO Version 10000.15.00

**Anhang 13.4: Fissurometermessungen**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse								
Blatt: 427								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



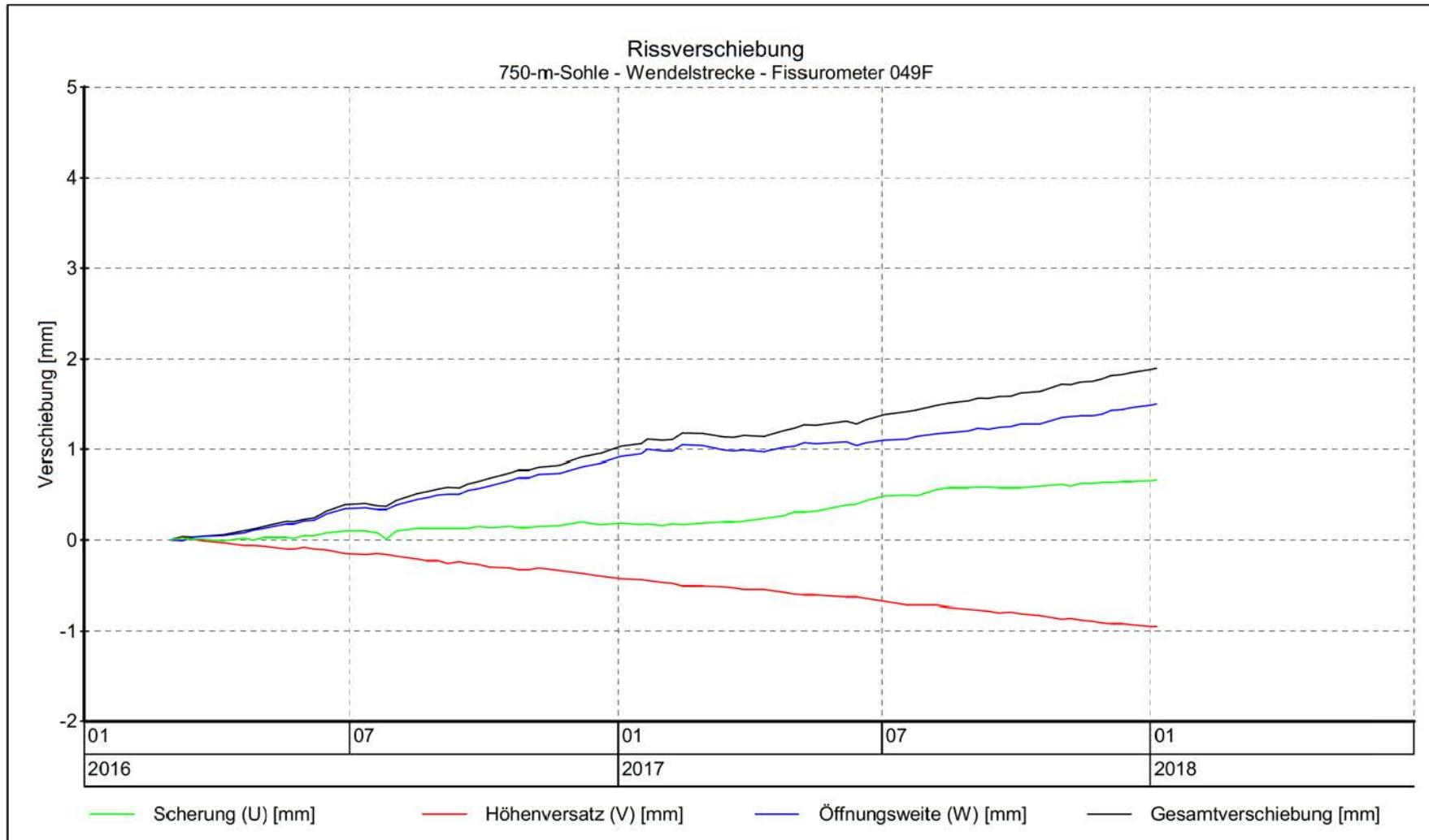
TB-Standortüberwachung  
 Stand: 09.01.2018  
 Prüfer:  
 geprüft am: 09.01.2018

Messstelle: 048F  
 Sohle: 750-m-Sohle  
 Grubenraum: Richtstrecke nach Westen  
 Lokation: östl. Zugang Schacht 4, Firste

Messzeitraum: 27.10.2016 - 09.01.2018  
 Geologie: Polyhallitbänkschicht  
 Rechtswert: 44 09027 m Hochwert: 57 78192 m  
 Höhe: -549.85 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer

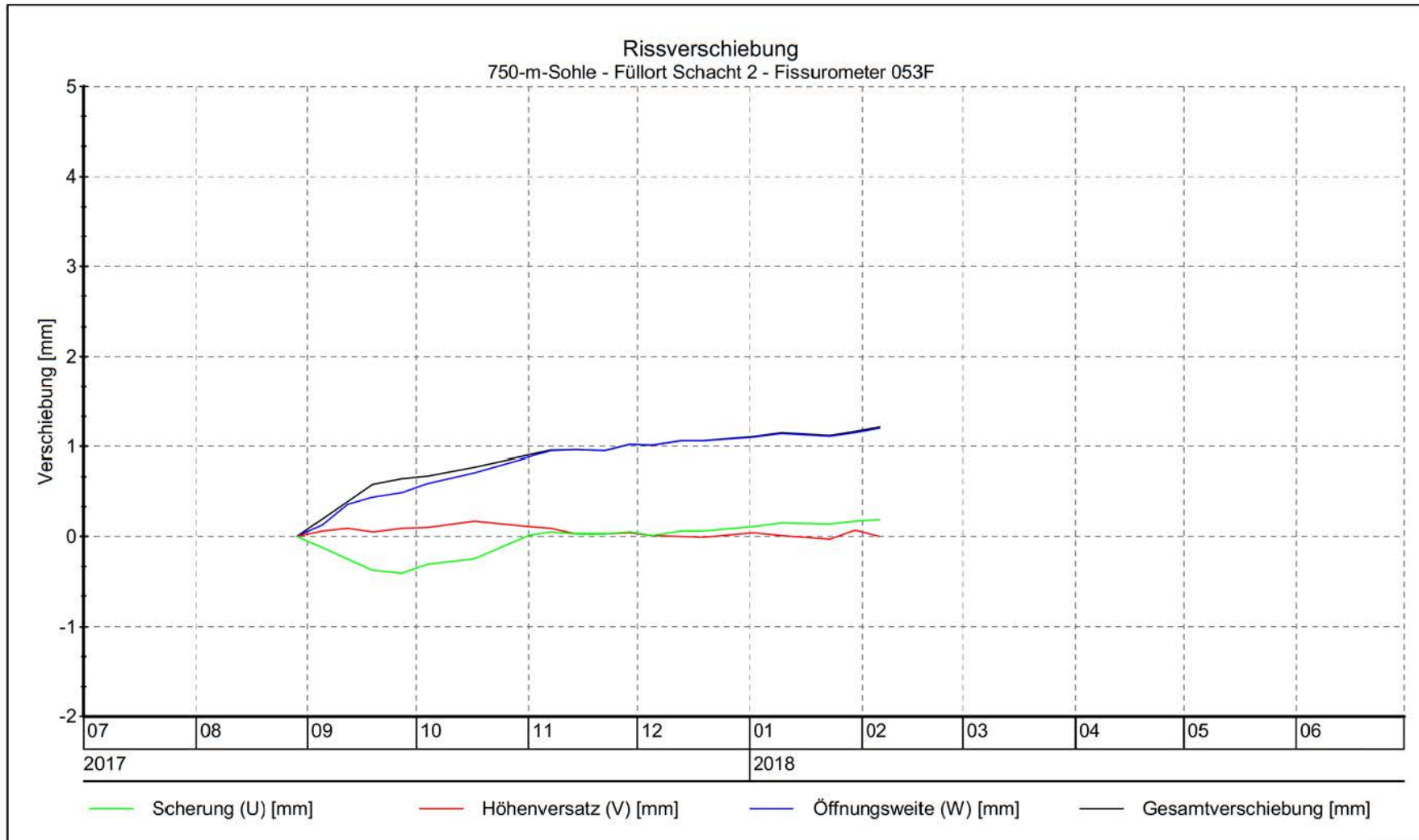


TB-Standortüberwachung  
Stand: 05.01.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 09.01.2018

Messstelle: 049F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Wendelstrecke  
Lokation: Hptquers. n. Süden, Wendelfuß

Messzeitraum: 29.02.2016 - 05.01.2018  
Geologie: Übergangssalz  
Rechtswert: 44 09028 m Hochwert: 57 78136 m  
Höhe: -552,26 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse	Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
	9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
	Blatt: 429								
	<b>BGE</b> BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG								



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



TB-Standortüberwachung  
Stand: 06.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 08.02.2018

Messstelle: 053F  
Sohle: 750-m-Sohle  
Grubenraum: Füllort Schacht 2  
Lokation: südl. Stoß n. Durchgang Schacht 4

Messzeitraum: 29.08.2017 - 06.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 09049 m Hochwert: 57 78172 m  
Höhe: -551,79 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

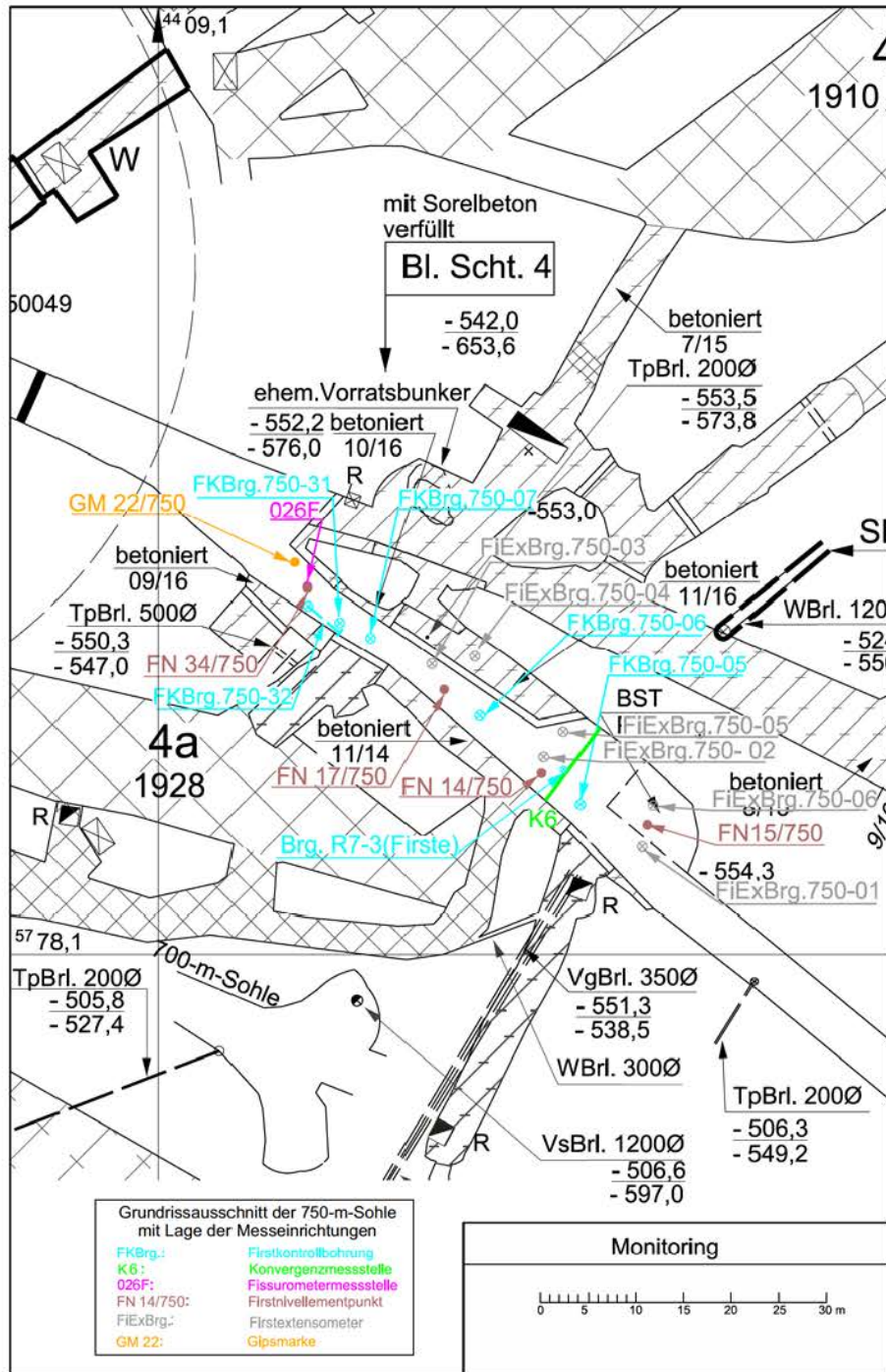
Blatt: 430





### Anhang 14: Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle

#### Anhang 14.1: Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle mit Lage der Messbohrungen und Messsysteme



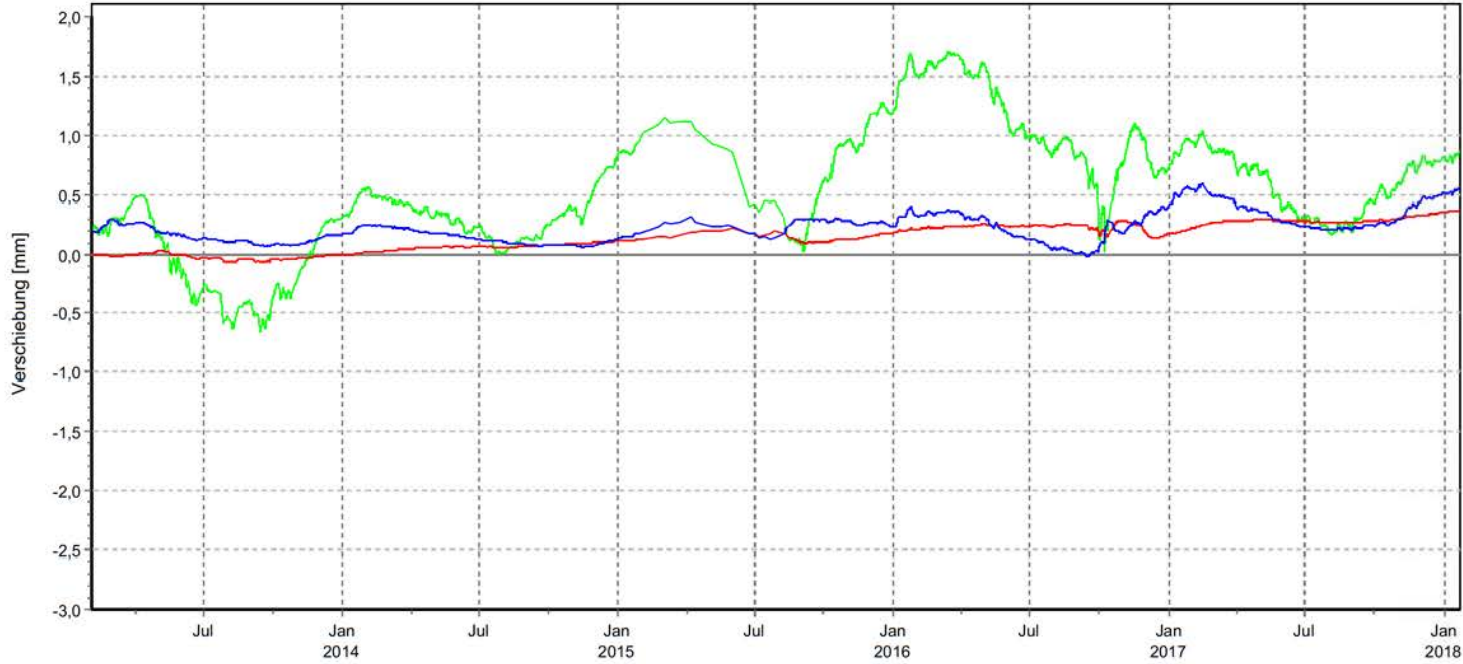


BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
 TB Stancortüberwachung  
 Am Walde 2  
 D- 38319 Remlingen

Datum: 10.04.2018  
 Seite: 1  
 Anlage: GLA 8.8.1  
 Prog.:  
 Stand: 30.11.2015  
 Ausw.: Fiss 026 Rechenwert alle

Projekt: 750-m-S nördl. RS n. E

**Fissurometer 026F**  
 750-m-Sohle, nördliche Richtstrecke n. Osten

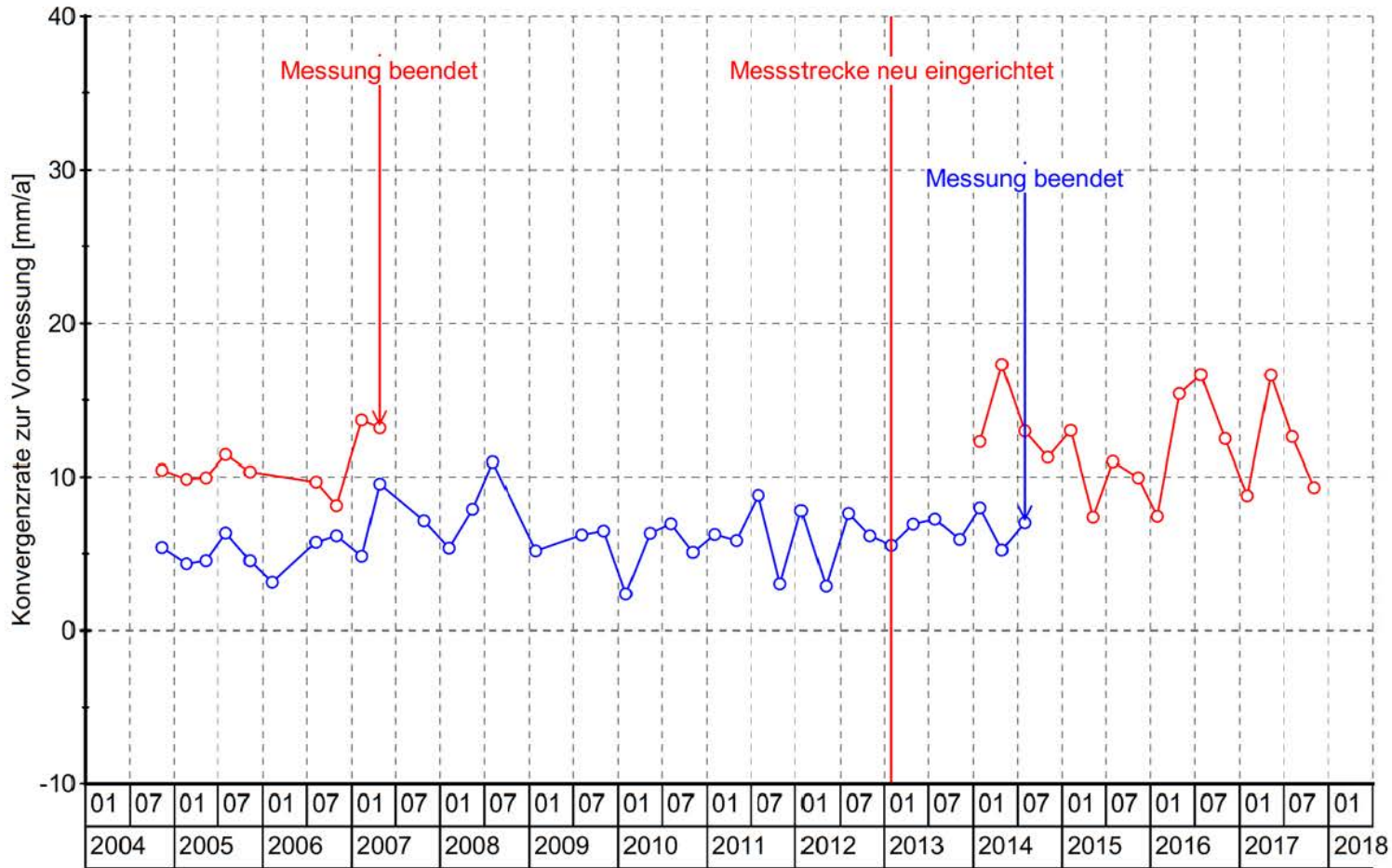


Kurve	Messstelle	Messart	Einbautiefe	Messrichtung	Richt./Neigung	Höhe	Zeitraum
—	MCC12000183\18	Fissurometer	Firste	Öffnungsweite	-	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 23.01.18 00:00:00
—	MCC12000183\19	Fissurometer	Firste	Höhenversatz	-	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 23.01.18 00:00:00
—	MCC12000183\20	Fissurometer	Firste	Scherung	-	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 23.01.18 00:00:00

**Anhang 14.2: Ergebnisse der Fissurometermessungen**

Projekt		PSP Element		Funktion/Thema		Komponente		Baugruppe		Aufgabe		Lfd. Nr.		Rev.	
NAAN		NNNNNNNNNN		NNNAANN		AANNNA		AANN		AAAA		AA		NNNN	
9A		64300000		GMÜ						GC		BT		0016	
														00	
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE													Blatt: 432		
												 BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG			


### Konvergenzrate Messquerschnitt K6 750-m-Sohle, nördl. Richtstrecke n. Osten



Symbol	Messstelle	Grubenraum	Geologie	Sohle	Baufeld
○—	K6 Vertikal	nördl. Richtstr. n. Osten	Na2	750-m-S	Sattelkern
○—	K6 Horizontal	nördl. Richtstr. n. Osten	Na2	750-m-S	Sattelkern

### Anhang 14.3: Konvergenzmessungen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 433								

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse Blatt: 434

## Anhang 14.4: Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen

### Firstkontrollbohrung FKBrG. 750-31

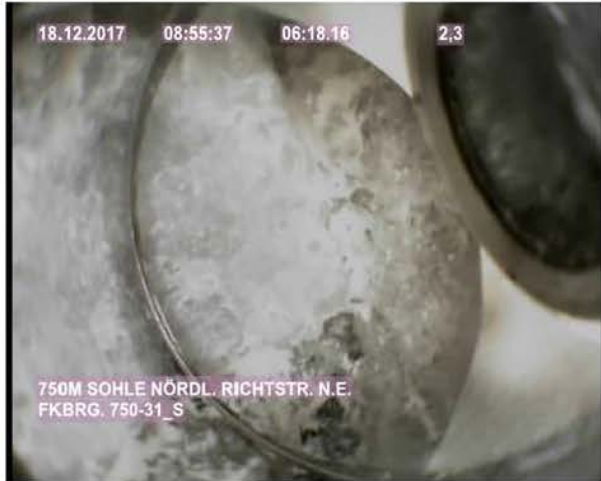


Bild 42: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 2,24 m  
Öffnungsweite ca. 4 mm




Bild 43: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 2,45 m  
Übergang Steinsalz–Sorelbeton Öffnungsweite ca. 4 mm



Bild 44: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 4,6 m  
Übergang Sorelbeton–Steinsalz mit Firstspalt, Öffnungsweite ca. 8 mm



Bild 45: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 4,63 m  
Öffnungsweite ca. 1-2 mm

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00	

Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse

Blatt: 435

### Firstkontrollbohrung FKBrG. 750-32



Bild 46: FKBrG. 750-32 – Position bei 4,1 m  
Aufgelockerter Bereich bis 4,5 m



Bild 47: FKBrG. 750-32 – Position bei 4,5 m  
Übergang Steinsalz–Sorelbeton



Bild 48: FKBrG. 750-32 – Position bei 7,2 m  
kraftschlüssiger Übergang Sorelbeton–  
Steinsalz

### Anhang 14.5: Zeitreihen der Firstextensometer- und Temperaturmessungen

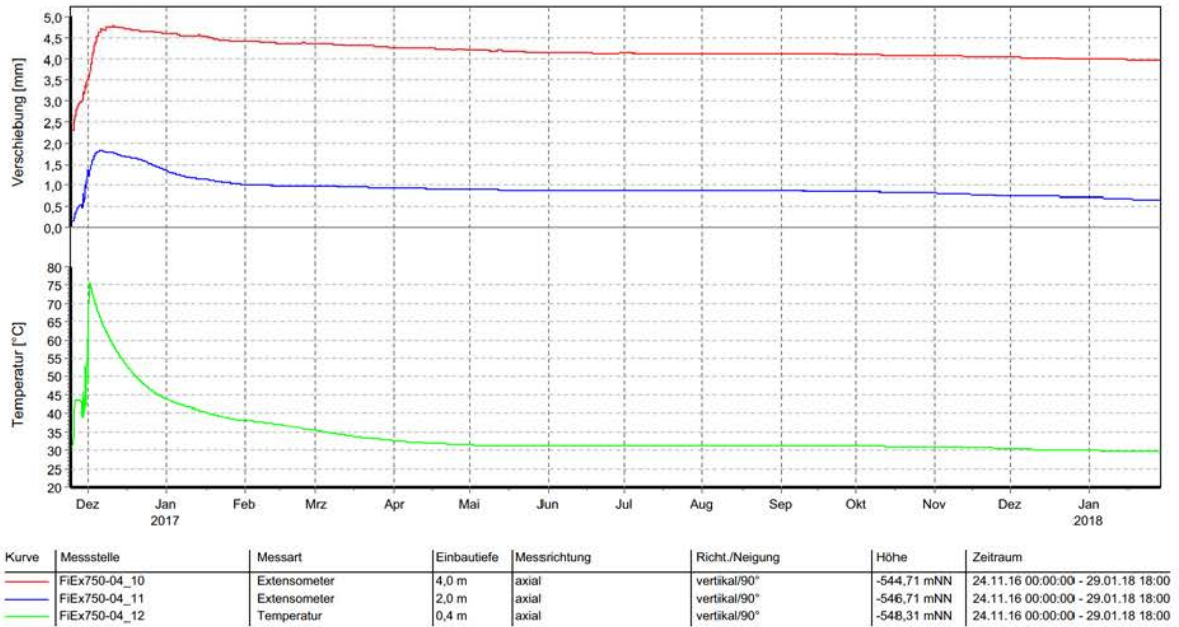


Bild 49: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FiEx750-04

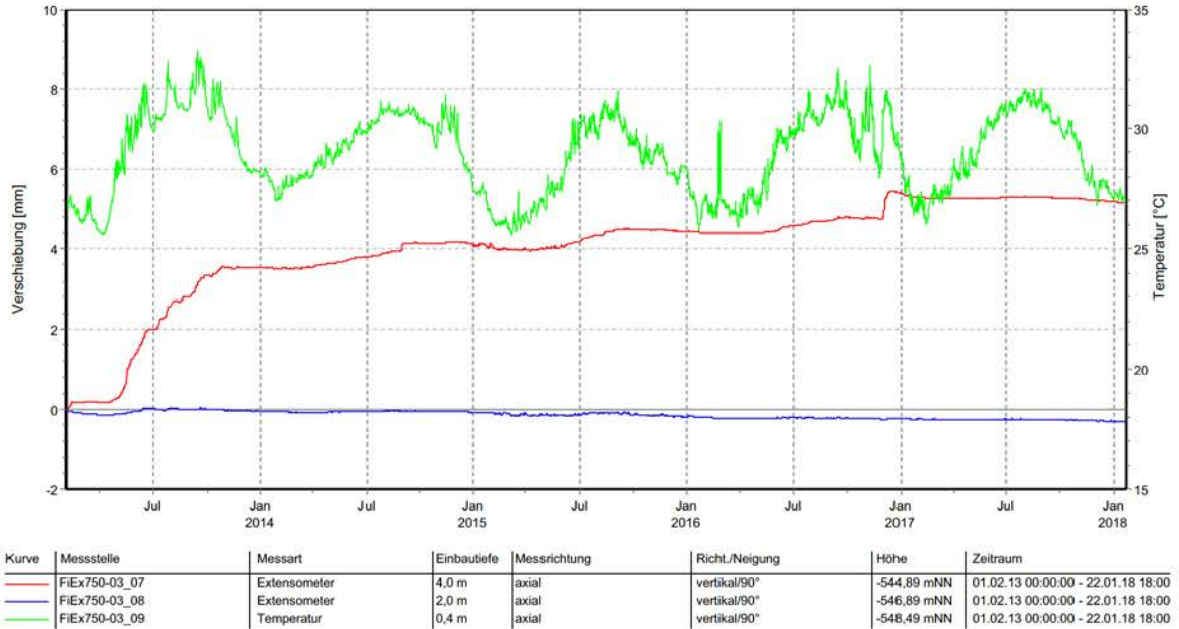


Bild 50: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FiEx750-03

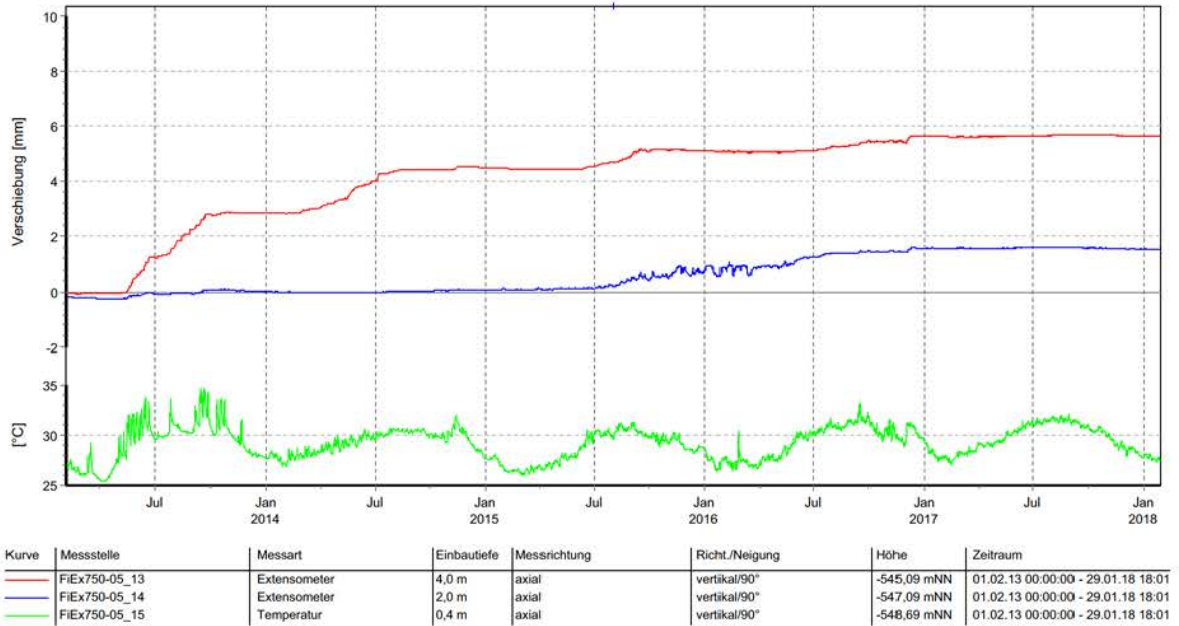


Bild 51: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FIEx750-05

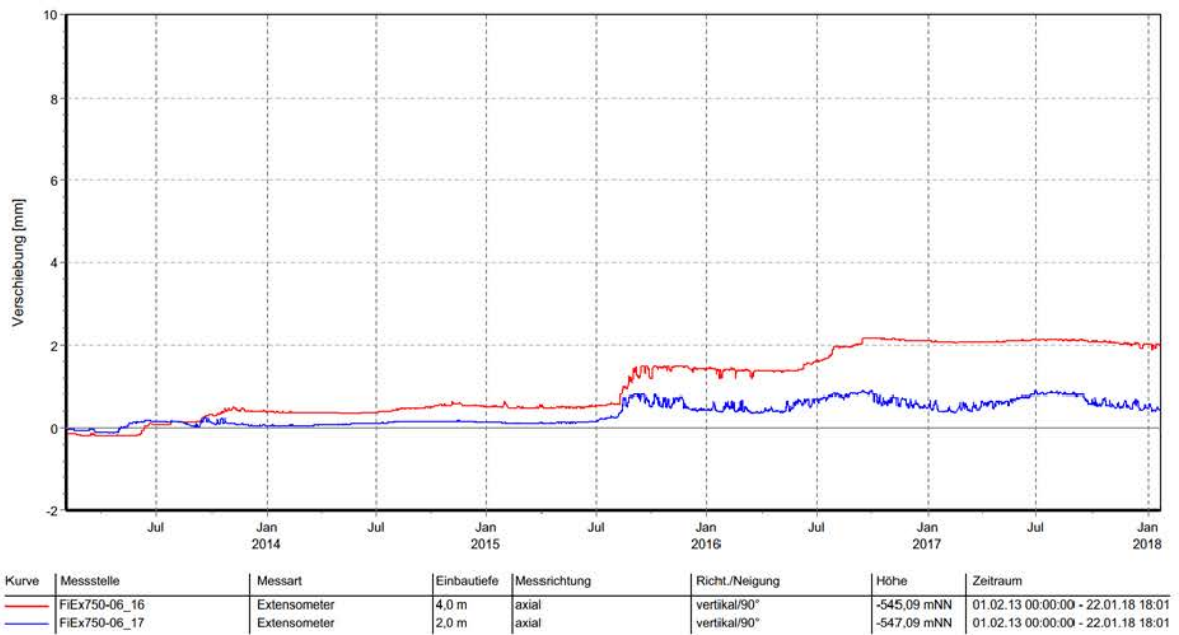
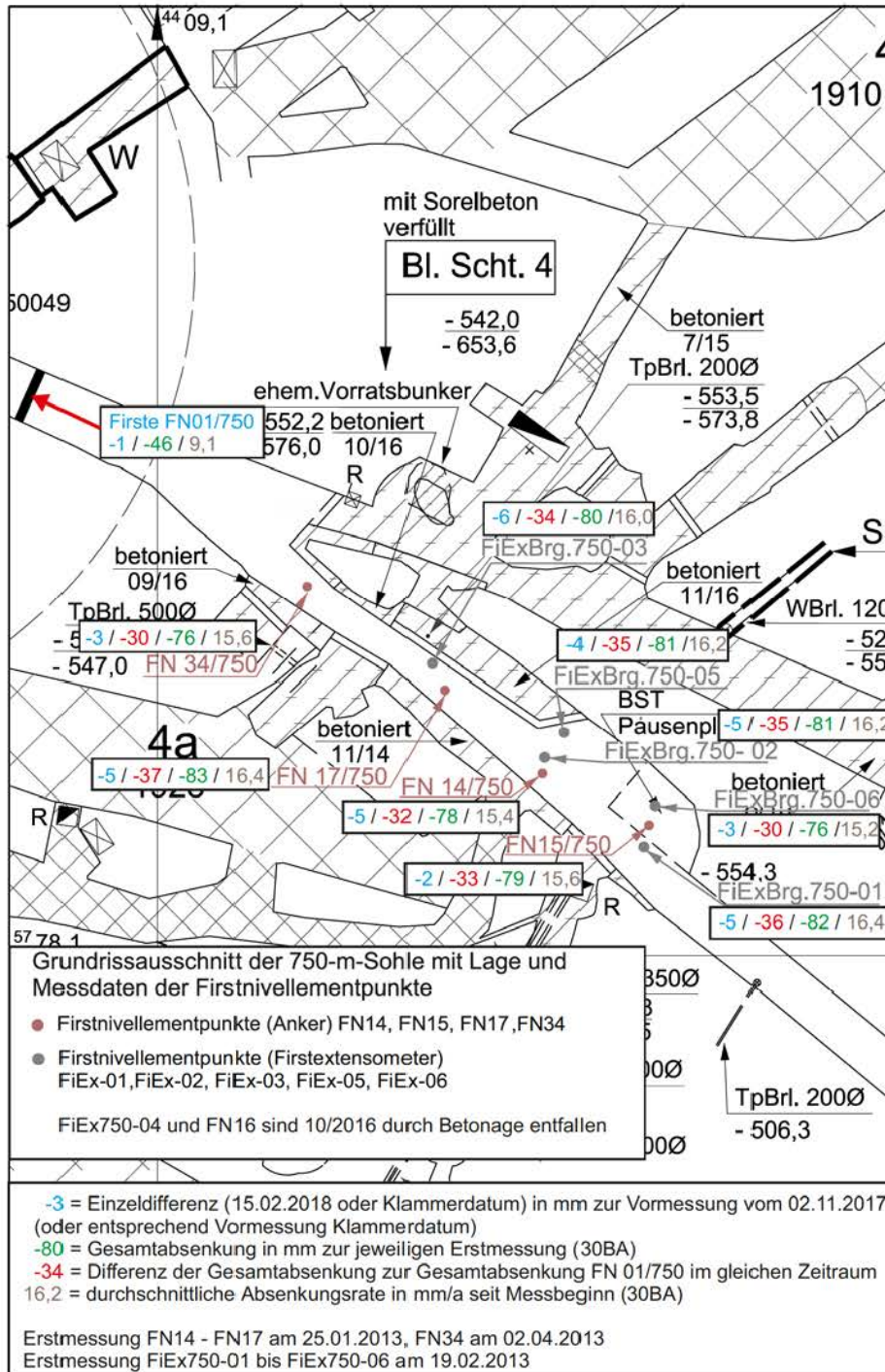


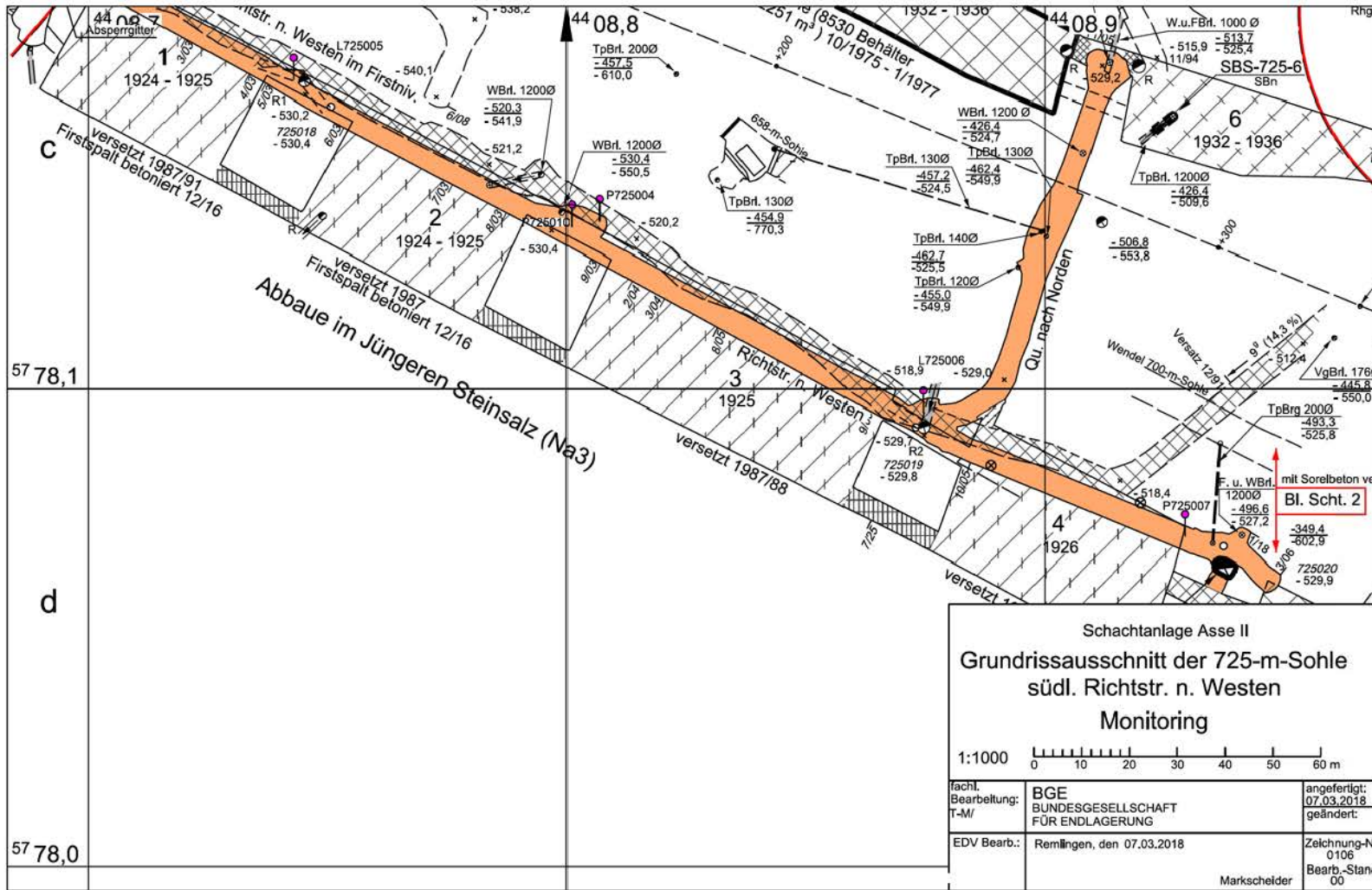
Bild 52: Zeitreihen der Extensometermessungen in der Bohrung FIEx750-06

### Anhang 14.6: Firstnivellement





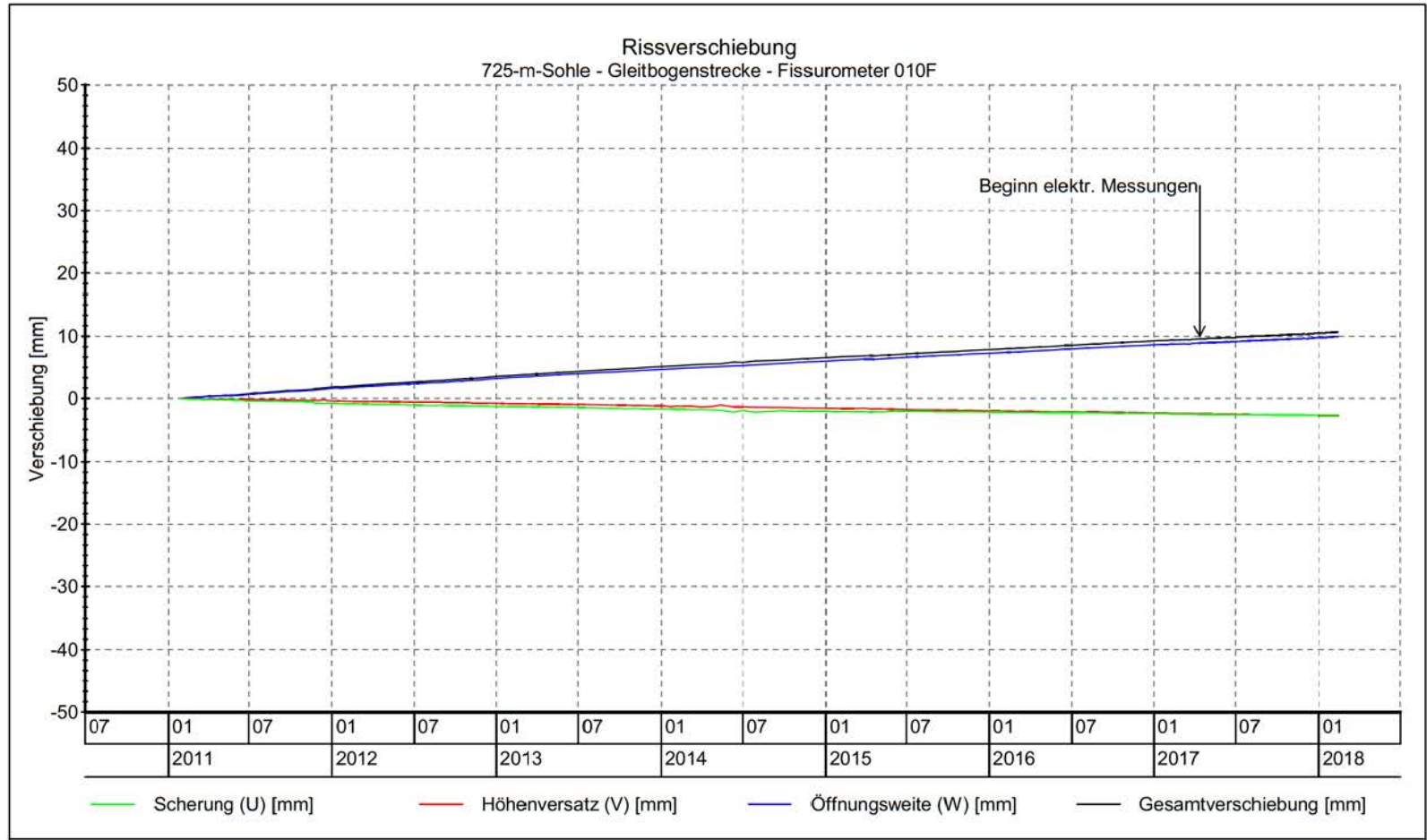




**Anhang 15: Richtstrecke nach Westen auf der 725-m-Sohle (Gleibogenausbau)**  
**Anhang 15.1: Grundrissausschnitt der 725-m-Sohle mit Lage der betrachteten Streckenabschnitte**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJ			GC	BT	0016 00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							Blatt: 440
<b>BGE</b> BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG							





Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der SchachtanlageASSE II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

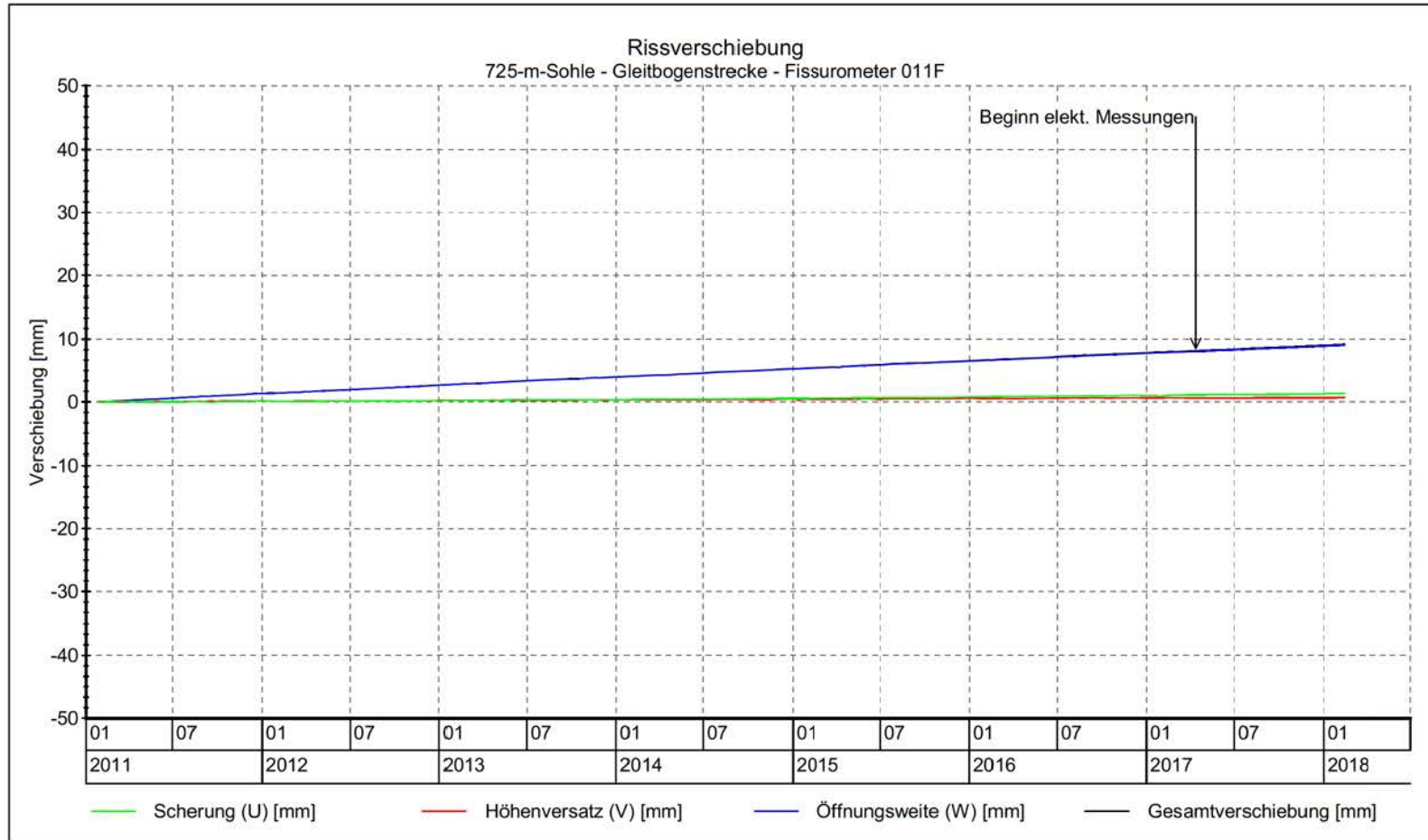
TB-Standortüberwachung  
Stand: 13.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 13.02.2018

Messstelle: 010F  
Sohle: 725-m-Sohle  
Grubenraum: Gleitbogenstrecke  
Lokation: Pfeiler 3/4

Messzeitraum: 28.01.2011 - 13.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 08872 m Hochwert: 57 78091 m  
Höhe: -526,80 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

**Anhang 15.3: Ergebnisse der Fissurometermessungen**

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ		AAAN	GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
								Blatt: 442
								 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude der Schachanlage Asse II mittels Fissurometer



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

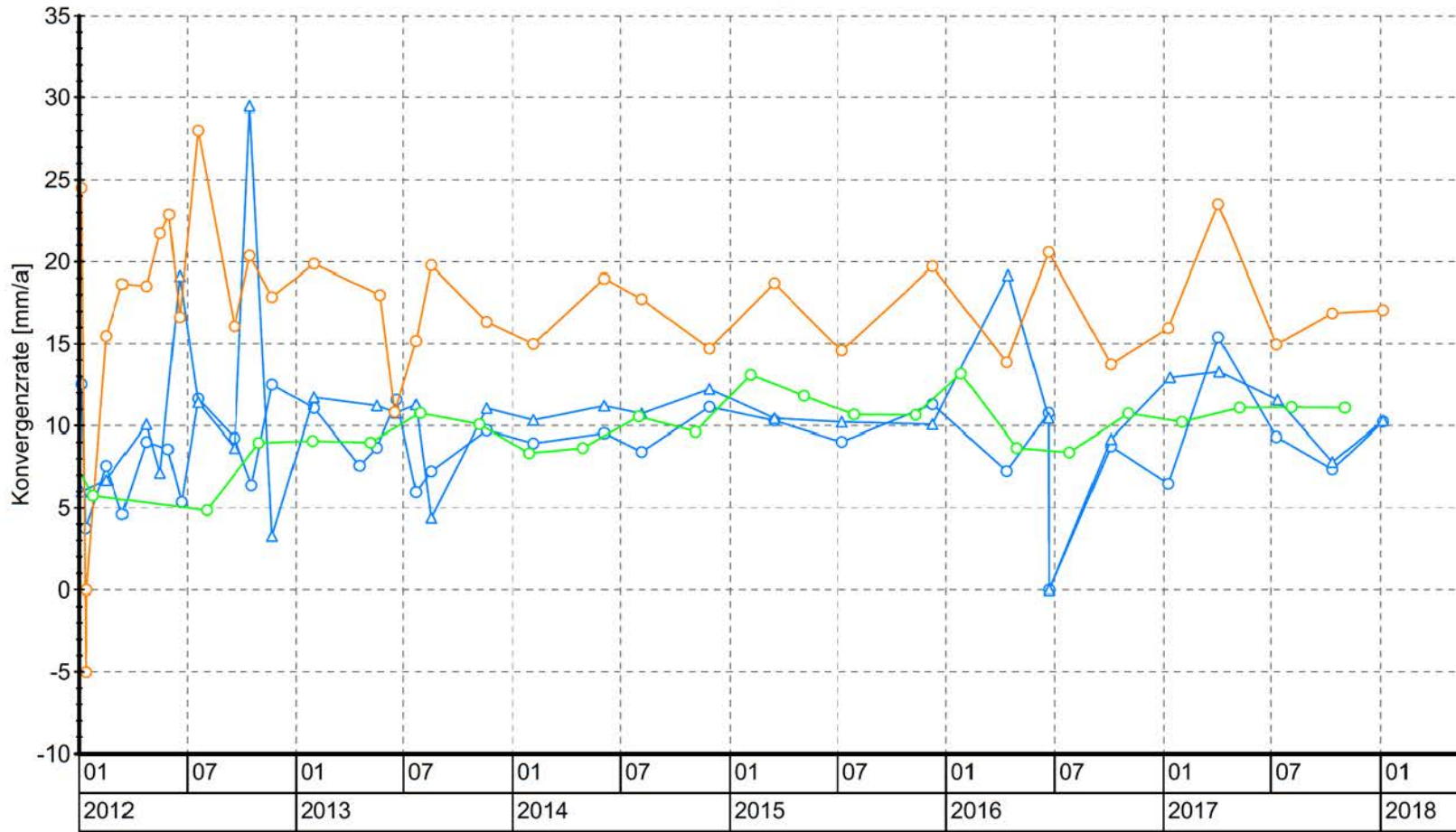
TB-Standortüberwachung  
Stand: 13.02.2018  
Prüfer:  
geprüft am: 13.02.2018

Messstelle: 011F  
Sohle: 725-m-Sohle  
Grubenraum: Gleitbogenstrecke  
Lokation: Pfeiler 3/4

Messzeitraum: 28.01.2011 - 13.02.2018  
Geologie: Leine Steinsalz  
Rechtswert: 44 08873 m Hochwert: 57 78090 m  
Höhe: -527,20 mNN  
erstellt mit GKSpro Version 10000.15.00

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00

### Konvergenzmessungen auf der 725-m-Sohle Gleitbogenstrecke und Querschlag nach Norden



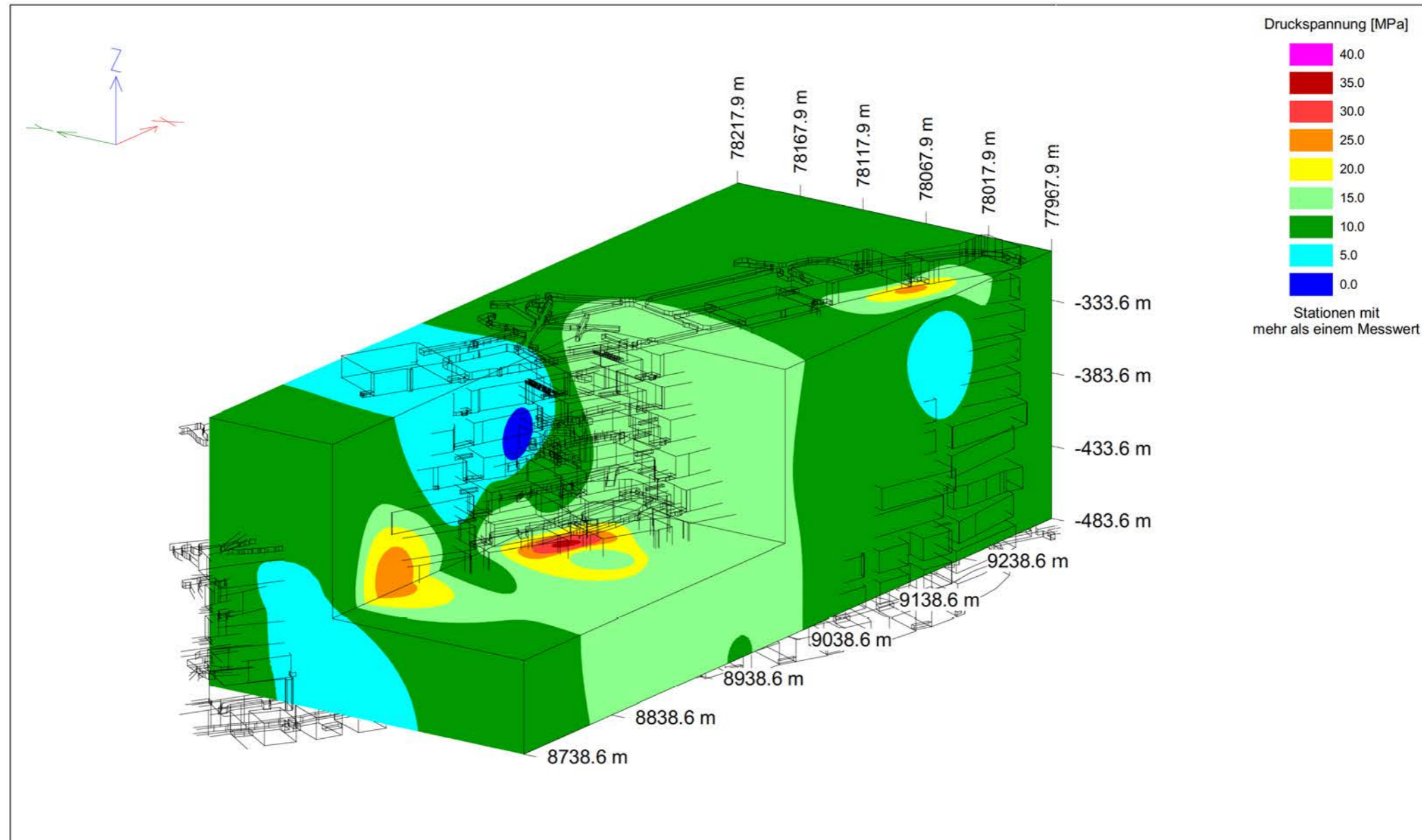
Symbol	Messstelle	Messrichtung	Grubenraum	Baufeld	Geologie	Zeitraum
○ (blue)	K001 H	Horizontal	Gleitbogenausbau Bereich Pf. 1-2	Südflanke	Na3	01.01.2012 - 05.01.2018
△ (blue)	K001 V	Vertikal	Gleitbogenausbau Bereich Pf. 1-2	Südflanke	Na3	01.01.2012 - 05.01.2018
○ (orange)	K020 H	Horizontal	Gleitbogenausbau Bereich Pf. 2-3	Südflanke	Na3	01.01.2012 - 05.01.2018
○ (green)	K015 H	Horizontal	Querschl. n. Norden	Südflanke	K2C	01.01.2012 - 02.11.2017

### Anhang 15.4: Konvergenzmessungen

Projekt	PSP Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AAANNNA	AAANN	AAAA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	00
Jahresbericht 2017 der Standortüberwachung Asse							
Blatt: 444							 BGE BUNDESGESSELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

**Anhang 16: Tabellarische Übersichten der Spannungswerte und Richtungen**

**Anhang 16.1: Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2016**



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

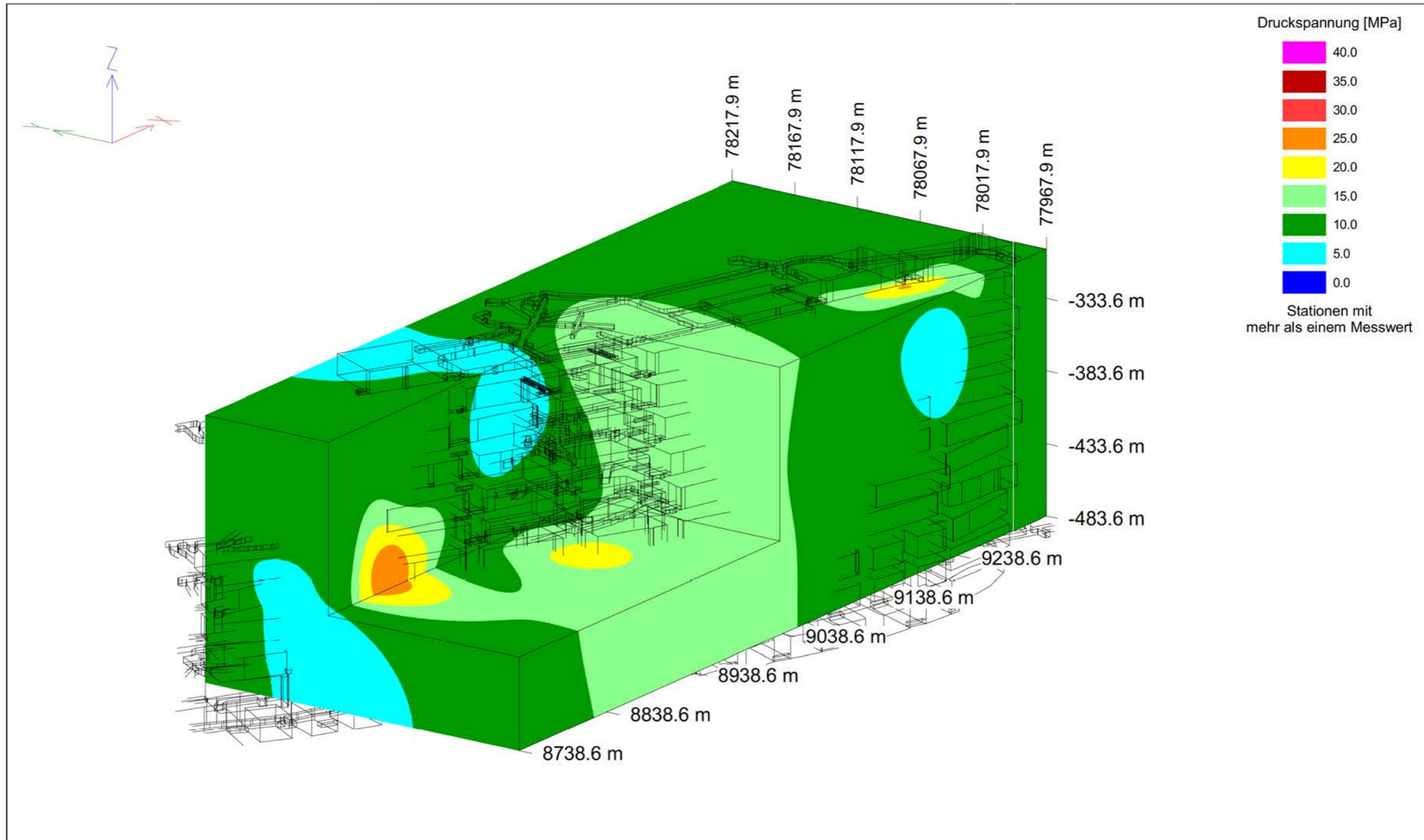


TB Standortüberwachung  
 Auswertungszeitpunkt: 15.03.2017  
 Prüfer:  
 geprüft am:

Räumliche Verteilung  
 der Maximalspannungsmesswerte  
 im Tragsystem  
 Stand 11/2016  
 Südflanke

Erstellt mit:  
 GksProXP

**Anhang 16.2: Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2017**



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



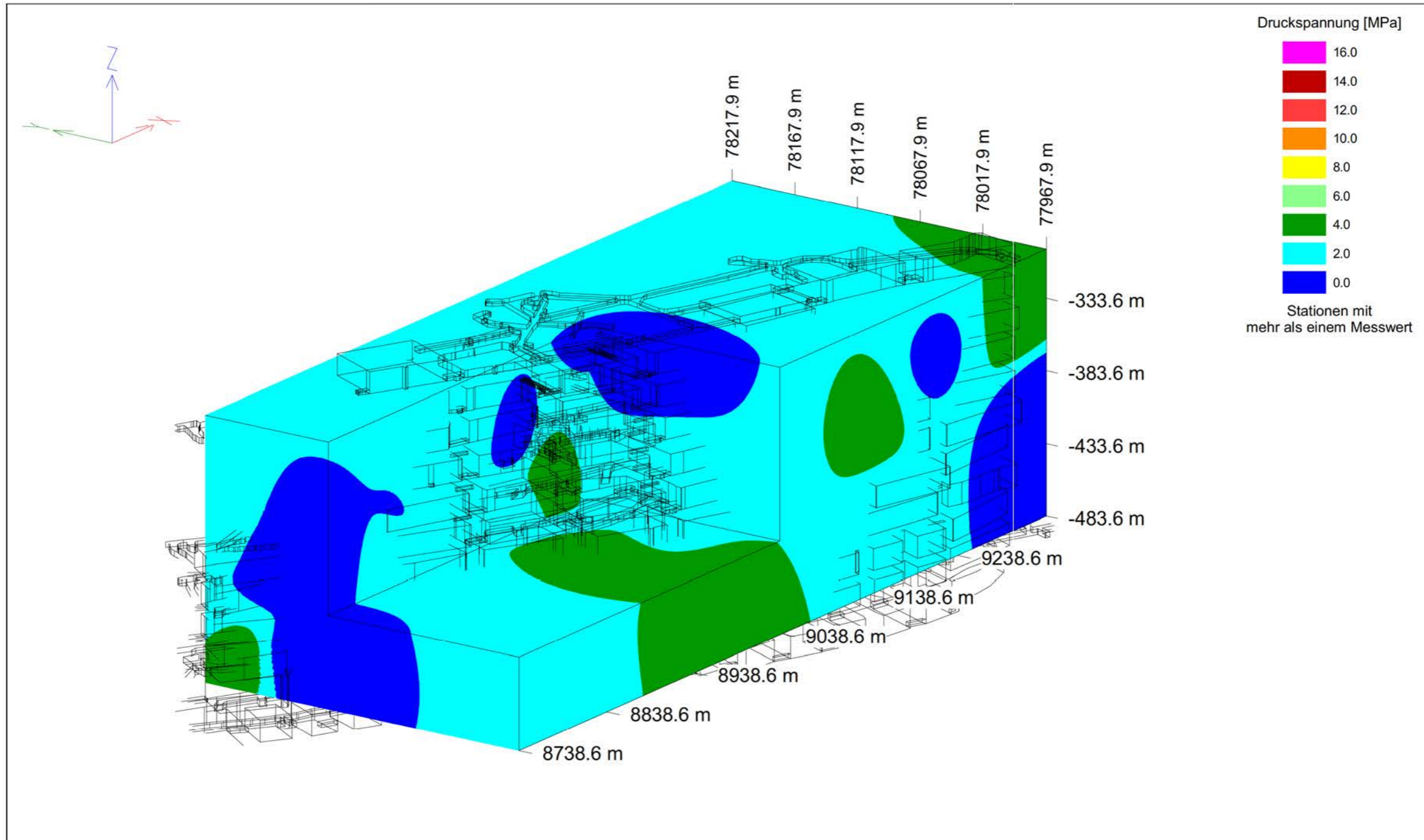
TB Standortüberwachung  
 Auswertungszeitpunkt: 26.04.2018  
 Prüfer:  
 geprüft am:

Räumliche Verteilung  
 der Maximalspannungsmesswerte  
 im Tragsystem  
 Stand 11/2017  
 Südflanke

Erstellt mit:  
 GKSpro



**Anhang 16.3: Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2016**



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

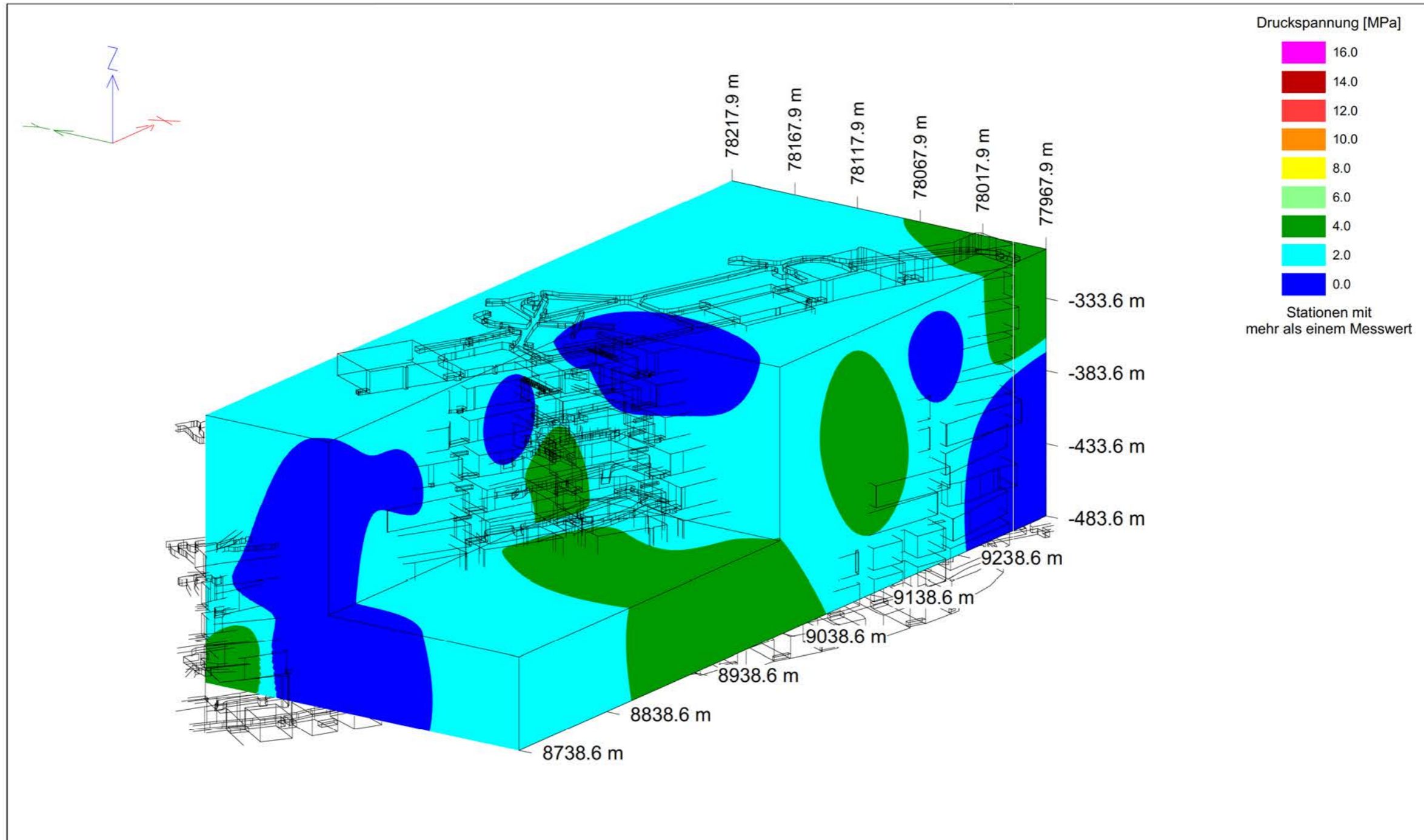


TB Standortüberwachung  
 Auswertungszeitpunkt: 15.03.2017  
 Prüfer:  
 geprüft am:

Räumliche Verteilung  
 der Minimalspannungsmesswerte  
 im Tragsystem  
 Stand 11/2016  
 Südflanke

Erstellt mit:  
 GksProXP

**Anhang 16.4: Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2017**



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung  
 Auswertungszeitpunkt: 12.02.2018  
 Prüfer:  
 geprüft am:

Räumliche Verteilung  
 der Minimalspannungsmesswerte  
 im Tragsystem  
 Stand 11/2017  
 Südflanke

Erstellt mit:  
 GKSpro

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Westflügel Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2017}$		$\Delta\sigma_{2017} - \Delta\sigma_{2016}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2017-2016 [MPa]		
													$\sigma_{max 2017}$ [MPa]	$\sigma_{max 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2017}$ [MPa]				
1/574	661 12 S	8738,6	78146,7	-469,3	5,94	5,94	5,91	5,92	5,89	5,88	5,82	5,82	0,00	-0,12	5,74	5,73	-0,01			
1/574	651 12 S	8740,4	78149,1	-457,3	4,72	4,77	4,80	4,87	4,92	4,95	4,93	4,92	-0,01	0,20	4,76	4,73	-0,03			
2/574	588 12 S	8749,3	78163,2	-394,0	6,28	6,31	6,36	6,27	6,38	6,38	6,32	6,31	-0,01	0,03	6,11	6,09	-0,02			
2/574	577 12 S	8751,1	78165,5	-383,0	7,63	7,65	7,46	7,66	7,34	8,77	9,65	10,13	0,48	2,50	8,61	9,14	0,53			
5/574	609 23 S	8804,1	78129,8	-415,4	12,17	12,08	11,97	11,94	11,69											
1/679	670 34 S	8866,7	78083,2	-477,5	9,36	10,39*														
5/553	534 34 S	8876,4	78105,6	-340,2	12,64	12,80	12,86	12,50	9,14											
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>0,12</b>	<b>0,65</b>					<b>0,12</b>	
5/574	598 23 M	8808,8	78138,8	-404,4	23,87	23,77	23,78	23,84	23,96	23,79	23,58	23,49	-0,09	-0,38	22,38	22,30	-0,08			
5/553	535 34 M	8884,3	78124,2	-341,2	41,00	39,90	40,40	40,80	40,43											
<b>Mittelwert Mitte</b>													<b>-0,09</b>	<b>-0,4</b>					<b>-0,09</b>	
3/574	661 12 N	8757,2	78171,3	-470,5	9,15	9,41	9,51	9,70	9,90	10,02	10,09	10,13	0,04	0,98	6,68	6,74	0,06			
3/574	651 12 N	8758,6	78173,6	-458,7	8,49	8,77	8,91	9,17	9,34	9,28	9,32	9,34	0,02	0,85	5,49	5,50	0,01			
4/574	588 12 N	8764,5	78186,8	-395,1	10,03	10,02	10,01	10,16	10,20	10,55	10,03	9,75	-0,28	-0,28	9,17	8,92	-0,25			
4/574	577 12 N	8765,8	78189,0	-384,3	9,74	9,22	9,22	9,09	8,86	8,63	8,60	8,64	0,04	-1,10	6,70	6,69	-0,01			
5/574	577 23 N	8818,0	78156,9	-382,3	5,70	5,84	5,93	6,03	6,17	6,24	6,33	6,47	0,14	0,77	5,59	5,64	0,05			
1/679	676 34 N	8878,8	78111,1	-483,6	6,74	8,03	8,86	10,00	11,34	11,96	11,99	11,78	0,79	7,04	11,88	13,04	1,16			
1/658	658 34 N	8883,1	78109,1	-464,1	5,27	5,85	6,15	6,53	6,80	6,79	7,48	7,37	-0,11	2,10	5,73	5,10	-0,63			
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>0,09</b>	<b>1,48</b>					<b>0,09</b>	
<b>Mittelwert im Bereich des Westflügels</b>													<b>0,04</b>	<b>0,58</b>					<b>0,04</b>	

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2017}$		$\Delta\sigma_{2017} - \Delta\sigma_{2016}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2017-2016 [MPa]			
													$\sigma_{max 2017}$ [MPa]	$\sigma_{max 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2017}$ [MPa]					
2/595	619 45 S	8943,3	78057,1	-417,0	12,07	13,53	14,30	15,16	15,98	16,64	17,19	17,70	0,51	5,63	12,31	12,72	0,41				
1/553	577 45 S	8945,7	78070,6	-384,7	13,83	14,00	14,40	*	*	*	*	*									
1/553	566 45 S	8944,7	78072,8	-373,9	15,91	15,60	15,00	14,51	14,84	15,24	16,41	19,10	2,69	3,19							
6/490	553 45 S	8936,1	78072,0	-356,3	7,78	8,60	7,89	7,93	8,10	8,28	8,53	8,59	0,06	0,81	8,03	7,84	-0,19				
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>1,09</b>	<b>3,21</b>					<b>1,09</b>		
2/595	609 45 M	8951,4	78080,5	-403,5	30,91	32,71	33,79	34,53	34,62	34,59	34,66	*			30,97						
2/553	577 45 M	8947,2	78083,2	-384,1	27,73	23,30	43,50	48,20													
<b>Mittelwert Mitte</b>																				<b>0,08</b>	
2/595	599 45 N	8958,6	78101,0	-391,7	8,64	10,52	11,73	12,77	12,88	13,24	13,30	13,32	0,02	4,68	12,95	12,05	-0,90				
3/553	577 45 N	8955,1	78100,3	-383,1	6,74	6,98	6,87	6,85	7,00	8,90	11,34	11,10	-1,24	4,36	8,44	7,35	-1,09				
3/553	566 45 N	8956,9	78104,4	-372,0	7,08	6,95	7,62	8,25	8,22	9,24	9,55	9,67	0,12	2,59	8,65	7,98	-0,67				
7/490	553 45 N	8951,8	78118,0	-374,1	5,64	6,01	6,33	7,31	6,82												
10/490	550 45 N	8950,8	78117,6	-356,1								2,85									
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>-0,37</b>	<b>3,88</b>					<b>-0,37</b>		
<b>Mittelwert im Bereich des Hauptpfeilers</b>													<b>0,36</b>	<b>3,54</b>					<b>0,36</b>		

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Ostflügel Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2017}$		$\Delta\sigma_{2017} - \Delta\sigma_{2016}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2017-2016 [MPa]		
													$\sigma_{max 2017}$ [MPa]	$\sigma_{max 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2017}$ [MPa]				
1/616	666 56 S	8990,0	78010,4	-467,9	10,51	10,40	9,80	10,22	10,01	10,25	10,61	11,01	0,40	0,50	6,11	6,39	0,28			
2/616	597 67 S	9062,6	78001,2	-402,3	1,71	1,45	1,70	*	*											
1/595	651 78 S	9130,2	77967,9	-457,8	8,52	8,66	8,08	8,26	8,10	8,27	8,40	8,48	0,08	-0,04	8,40	8,48	0,08			
1/490	588 78 S	9140,7	77992,4	-394,3	11,71	11,36	10,71	10,32	10,13	10,22	10,30	10,45	0,15	-1,26						
1/490	577 78 S	9141,5	77995,3	-382,8	11,31	11,00	10,89	10,90	10,76	10,84										
1/490	566 78 S	9142,3	77998,1	-371,8	9,26	9,33	9,47	9,60	9,66	9,82	10,21	10,48	0,27	1,22	6,44	6,64	0,20			
4/490	525 89 S	9216,3	77981,6	-330,6	3,17	3,25	3,12	2,99	2,97	2,90	3,08	2,94	-0,14	-0,23	2,45	2,36	-0,09			
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>0,15</b>	<b>0,04</b>					<b>0,15</b>	
1/616	654 56 M	8995,0	78022,2	-456,7	23,19	22,92	22,22	22,37	22,20	21,57	21,70	21,50	-0,20	-1,69	21,70	21,50	-0,20			
9/490-2	555 56 M	9010,8	8059,0	-361,7						12,14	13,95	14,50	0,55		11,95	12,36	0,41			
9/490-2	534 56 M	9011,4	8060,9	-340,7						13,52	14,95	13,90	-1,05		14,74	13,73	-1,01			
9/490-2	513 56 M	9012,0	8062,7	-319,8						12,74	15,38	15,93	0,55		14,98	15,60	0,62			
5/490	556 56 M	9012,9	78066,3	-362,7	43,60	45,00	46,29	46,86												
5/490	535 56 M	9012,94	78066,28	-341,7	aus	aus	37,80	41,6												
5/490	514 56 M	9012,94	78066,28	-320,7	47,1	48,3	49,47	48,59	46,77											
4/490	514 89 M	9220,9	77998,2	-320,4	26,68	25,95	25,63	25,42	25,47	25,22	24,88	23,96	-0,92	-2,72	21,80	21,08	-0,72			
<b>Mittelwert Mitte</b>													<b>-0,21</b>	<b>-2,21</b>					<b>-0,21</b>	
1/616	640 56 N	8999,6	78033,3	-446,2	14,58	14,12	14,06	14,12	14,18	14,30	14,39	14,42	0,03	-0,14	11,99	11,92	-0,07			
2/616	599 67 N	9079,0	78036,5	-404,6	11,45	11,80	12,20	12,03	12,07	12,10	11,91	12,10	0,19	0,65	9,69	9,89	0,20			
1/595	619 78 N	9143,9	77999,2	-425,6	9,34	9,35	9,75	10,04	10,66	11,07	11,28	11,43	0,15	2,09	9,19	9,40	0,21			
2/490	588 78 N	9149,8	78023,4	-394,3	7,08	7,44	7,35	7,80	7,89	8,16	8,32	8,38	0,06	1,30	8,32	8,38	0,06			
2/490	577 78 N	9150,6	78026,3	-382,8	4,25	4,59	4,67	4,81	4,94	5,11	5,36	5,49	0,13	1,24	2,16	2,23	0,07			
2/490	566 78 N	9151,2	78028,3	-374,8	7,34	7,84	8,17	8,48	8,79	9,15	9,77	10,12	0,35	2,78	8,77	9,06	0,29			
4/490	493 89 N	9230,3	78032,2	-299,5	8,20	8,71	9,08	8,81	8,79	9,17	9,06	9,11	0,05	0,91	7,11	7,19	0,08			
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>0,14</b>	<b>1,26</b>					<b>0,14</b>	
<b>Mittelwert im Bereich des Ostflügels</b>													<b>0,03</b>	<b>-0,30</b>					<b>0,03</b>	

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Östlicher Baufeldrand Pfeiler 9/0

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2017}$		$\Delta\sigma_{2017} - \Delta\sigma_{2016}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2017-2016 [MPa]		
													$\sigma_{max 2017}$ [MPa]	$\sigma_{max 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2017}$ [MPa]				
3/616	604 90 E	9330,9	77976,0	-414,0	11,42	11,53	11,66	11,73	11,83	11,80	12,09	11,90	-0,19	0,48	12,07	11,89	-0,18			
3/490	514 90 E	9316,7	77976,8	-321,1	9,04	9,20	9,58	9,75	10,06	10,17	11,33	11,33	0,00	2,29	6,76	7,06	0,30			
<b>Mittelwert im Bereich des östlichen Baufeldrand</b>													<b>-0,09</b>	<b>1,39</b>					<b>-0,09</b>	

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen im Liegenden

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2017}$		$\Delta\sigma_{2017} - \Delta\sigma_{2016}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2017-2016 [MPa]
													$\sigma_{max 2017}$ [MPa]	$\sigma_{max 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{min 2017}$ [MPa]		
4/553	539 34 K	8896,5	78210,4	-345,4	6,28	6,50	6,60	6,71	6,50	6,50	6,60	6,75	0,15	0,47				

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen Westflügel - Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 (Süd, Mitte, Nord).

SMS	Teufe/ Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2010}$ [MPa]
1/574	661 12 S	8738,6	78146,7	-469,3	0,04	0,04	0,01	0,04	0,04	0,06	0,08	0,09	0,01	0,05
1/574	651 12 S	8740,4	78149,1	-457,3	0,04	0,04	0,04	0,17	0,15	0,14	0,17	0,19	0,02	0,15
2/574	588 12 S	8749,3	78163,2	-394,0	0,22	0,23	0,22	0,23	0,22	0,20	0,21	0,22	0,01	0,00
2/574	577 12 S	8751,1	78165,5	-383,0	1,21	1,25	1,17	1,50	1,20	1,10	1,04	0,99	-0,05	-0,22
5/574	609 23 S	8804,1	78129,8	-415,4	1,77	1,7	1,50	1,77	1,53					
1/679	670 3/4 S	8866,7	78083,2	-477,5	2,11	2,16	2,30	2,40	2,50	2,56	2,54			
5/553	534 34 S	8876,4	78105,6	-340,2	1,54	1,9	1,98	1,80	1,90					
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>0,00</b>	<b>-0,01</b>
5/574	598 23 M	8808,8	78138,8	-404,4	1,59	1,49	1,45	1,38	1,25	1,19	1,20	1,19	-0,01	-0,40
5/553	535 34 M	8884,3	78124,2	-341,2	2,00	2,30	3,15							
<b>Mittelwert Mitte</b>													<b>-0,01</b>	<b>-0,40</b>
3/574	661 12 N	8757,2	78171,3	-470,5	2,93	3,06	3,30	3,47	3,48	3,41	3,41	3,39	-0,02	0,46
3/574	651 12 N	8758,6	78173,6	-458,7	2,66	2,91	3,22	3,55	3,76	3,86	3,83	3,84	0,01	1,18
4/574	588 12 N	8764,5	78186,8	-395,1	0,94	0,95	0,96	0,99	0,94	0,92	0,86	0,83	-0,03	-0,11
4/574	577 12 N	8765,8	78189,0	-384,3	2,13	2,03	2,14	2,13	2,07	2,25	1,90	1,95	0,05	-0,18
5/574	577 23 N	8818,0	78156,9	-382,3	0,28	0,36	0,41	0,49	0,58	0,64	0,74	0,83	0,09	0,55
1/679	676 34 N	8878,8	78111,1	-483,6	0,77	0,91	1,46	1,81	1,48	1,33	1,11	0,74	-0,37	-0,03
1/658	658 34 N	8883,1	78109,1	-464,1	1,25	1,44	1,50	1,48	1,32	1,41	1,75	2,27	0,52	1,02
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>0,04</b>	<b>0,41</b>
<b>Mittelwert im Bereich des Westflügels</b>													<b>0,01</b>	<b>0,00</b>

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/ Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2010}$ [MPa]
2/595	619 45 S	8943,3	78057,1	-417,0	4,08	4,34	4,47	4,58	4,70	4,80	4,88	4,98	0,10	0,90
1/553	577 45 S	8945,7	78070,6	-384,7	3,66	0,8	0,01	*						
1/553	566 45 S	8944,7	78072,8	-373,9	0,24	0,15								
6/490	553 45 S	8936,1	78072,0	-356,3	1,51	2,78	0,94	0,70	0,47	0,41	0,50	0,75	0,25	-0,76
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>0,18</b>	<b>0,07</b>
2/595	609 45M	8951,4	78080,5	-403,5	4,19	4,25	4,17	4,01	3,84	3,70	3,69	3,71	0,02	-0,48
2/553	577 45M	8947,2	78083,2	-384,1	9,10	9,30	8,96	9,40						
<b>Mittelwert Mitte</b>													<b>0,02</b>	<b>-0,48</b>
2/595	599 45 N	8958,6	78101,0	-391,7	0,08	0,24	0,32	1,01	0,74	0,43	0,35	1,27	0,92	1,19
3/553	577 45 N	8955,1	78100,3	-383,1	0,95	1,45	2,00	2,24	2,70	3,94	3,90	3,75	-0,15	2,80
3/553	566 45 N	8956,9	78104,4	-372,0	0,08	0,10	0,10	1,30	1,39	1,48	0,90	1,69	0,79	1,61
7/490	553 45 N	8951,8	78118,0	-374,1	0,98	2,76	2,88	3,11	2,67					
10/490	550 45 N	8950,8	78117,6	-356,1								0,57		
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>0,52</b>	<b>1,87</b>
<b>Mittelwert im Bereich des Hauptpfeilers</b>													<b>0,24</b>	<b>0,49</b>

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen Ostflügel - Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/ Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2010}$ [MPa]
1/616	666 56 S	8990,0	78010,4	-467,9	5,39	5,12	4,54	4,54	4,43	4,38	4,50	4,62	0,12	-0,77
2/616	597 67 S	9062,6	78001,2	-402,3	1,16	1,35	1,60							
1/595	651 78 S	9130,2	77967,9	-457,8	2,82	2,75	2,32	2,38						
1/490	588 78 S	9140,7	77992,4	-394,3	2,31	2,14	1,58	1,42						
1/490	577 78 S	9141,5	77995,3	-382,8	0,46	0,42	0,50	0,47	0,43	0,41				
1/490	566 78 S	9142,3	77998,1	-371,8	2,65	2,66	2,96	3,24	3,36	3,50	3,77	3,84	0,07	1,19
4/490	525 89 S	9216,3	77981,6	-330,6	0,67	0,77	0,71	0,74	0,39	0,37	0,63	0,58	-0,05	-0,09
<b>Mittelwert Süd</b>													<b>0,05</b>	<b>0,11</b>
1/616	654 56 M	8995,0	78022,2	-456,7	0,57									
9/490-2	555 56 M	9010,8	8059,0	-361,7						1,32	2,00	2,14	0,14	
9/490-2	534 56 M	9011,4	8060,9	-340,7						0,02	0,21	0,17	-0,04	
9/490-2	513 56/ M	9012,0	8062,7	-319,8						0,32	0,40	0,33	-0,07	
5/490	556 56 M	9012,9	78066,3	-362,7	7,54	15,0*	24,75	25,55						
5/490	535 56 M	9012,94	78066,28	-341,7	aus	aus	15,19	18,81						
5/490	514 56 M	9012,94	78066,28	-320,7	16,12	18,40	20,40	33,12	38,78					
1/595	640 78 M	9134,9	77978,6	-446,9										
4/490	514 89 M	9220,9	77998,2	-320,4	4,05	3,67	3,24	3,23	3,06	2,95	3,08	2,88	-0,20	-1,17
<b>Mittelwert Mitte</b>													<b>-0,04</b>	<b>-1,17</b>
1/616	640 56 N	8999,6	78033,3	-446,2	3,03	2,90	2,84	2,46	2,50	2,40	2,40	2,50	0,10	-0,53
2/616	599 67 N	9079,0	78036,5	-404,6	2,81	2,78	2,74	2,60	2,42	2,37	2,22	2,21	-0,01	-0,60
1/595	619 78 N	9143,9	77999,2	-425,6	1,37	1,50	1,48	1,50	2,06	2,12	2,09	2,03	-0,06	0,66
2/490	588 78 N	9149,8	78023,4	-394,3	0,86								0,00	-0,86
2/490	577 78 N	9150,6	78026,3	-382,8	1,85	2,52	2,58	2,73	2,80	2,93	3,20	3,26	0,06	1,41
2/490	566 78 N	9151,2	78028,3	-374,8	0,65	0,54	0,55	0,64	0,70	0,80	1,00	1,06	0,06	0,41
4/490	493 89 N	9230,3	78032,2	-299,5	1,78	1,85	1,91	2,00	1,78	1,74	1,95	1,92	-0,03	0,14
<b>Mittelwert Nord</b>													<b>0,02</b>	<b>0,09</b>
<b>Mittelwert im Bereich des Ostflügels</b>													<b>0,01</b>	<b>-0,32</b>

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen östlicher Baufeldrand

SMS	Teufe/ Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2010}$ [MPa]
3/616	604 90 E	9330,9	77976,0	-414,0	0,04	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04	0,02	0,01	-0,01	-0,03
3/490	514 90 E	9316,7	77976,8	-321,1	3,67	3,89	3,80	3,93	3,90	3,89	4,57	4,27	-0,30	0,60
<b>Mittelwert im Bereich des östlichen Baufeldrand</b>													<b>-0,16</b>	<b>0,29</b>

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen im Liegenden

SMS	Teufe/ Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2016}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2017}$ $\sigma_{\min 2010}$ [MPa]
4/553	539-34K	8896,5	78210,4	-345,4	0,17	0,50	0,05	0,05						
6/553	577 45 K	8969,3	78140,0	-389,9	5,21	5,30	5,45	5,53	5,70	5,80	5,90	6,00	0,10	0,79
<b>Mittelwert im Liegenden</b>													<b>0,10</b>	<b>0,79</b>

Legende

1-45°/streif 2-h/45° quer 3-h/quer 4-45°(23°)/c 5-h/streif 6 -vertikal

Anhang 16.6: Tabellarische Übersicht der minimalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2017

Projekt	PSF Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNN	NNAAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ			GC	BT	0016	00
Jahresbericht 2017 der StandortüberwachungASSE								
Blatt: 450								
BCE								BUNDESGESellschaft FÜR ENDLAGERUNG